serie de biología

monografía no. 4

# PRINCIPIOS BASICOS PARA LA ENSEÑANZA DE LA BIOLOGIA

Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico
Departamento de Asuntos Científicos
Secretaría General de la
Organización de los Estados Americanos



# PRINCIPIOS BASICOS PARA LA ENSEÑANZA DE LA BIOLOGIA

por

Oswaldo Frota-Pessoa
Centro de Estudos sobre Currículos para o
Ensino da Biologia (CECEB)
Instituto de Biociências
Universidade de São Paulo
São Paulo, SP, BRASIL

*(Dibujos de Ana María Chabloz)*

Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico
Departamento de Asuntos Científicos
Secretaría General de la
Organización de los Estados Americanos
Washington, D.C.

Primera edición, 1967
Segunda edición, revisada y actualizada, 1976.

Esta monografía ha sido preparada para su publicación en el Departamento de Asuntos Científicos de la Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos

Editora: Eva V. Chesneau

Asesor Técnico de la
Primera edición: Dr. José Luis Reissig
C.W. Post College
Long Island University
Nueva York, Estados Unidos

# A los lectores

El programa de monografías científicas es una faceta de la vasta labor de la Organización de los Estados Americanos, a cargo del Departamento de Asuntos Científicos de la Secretaría General de dicha Organización, a cuyo financiamiento contribuye en forma importante el Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico.

Concebido por los Jefes de Estado Americanos en su Reunión celebrada en Punta del Este, Uruguay, en 1967, y cristalizado en las deliberaciones y mandatos de la Quinta Reunión del Consejo Interamericano Cultural, llevada a cabo en Maracay, Venezuela, en 1968, el Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico es la expresión de las aspiraciones preconizadas por los Jefes de Estado Americanos en el sentido de poner la ciencia y la tecnología al servicio de los pueblos latinoamericanos.

Demostrando gran visión, dichos dignatarios reconocieron que la ciencia y la tecnología están transformando la estructura económica y social de muchas naciones y que, en esta hora, por ser instrumento indispensable de progreso en América Latina, necesitan un impulso sin precedentes.

El Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico es un complemento de los esfuerzos nacionales de los países latinoamericanos y se orienta hacia la adopción de medidas que permitan el fomento de la investigación, la enseñanza y la difusión de la ciencia y la tecnología; la formación y perfeccionamiento de personal científico; el intercambio de informaciones, y la transferencia y adaptación a los países latinoamericanos del conocimiento y las tecnologías generadas en otras regiones.



En el cumplimiento de estas premisas fundamentales, el programa de monografías representa una contribución directa a la enseñanza de las ciencias en niveles educativos que abarcan importantísimos sectores de la población y, al mismo tiempo, propugna la difusión del saber científico.

La colección de monografías científicas consta de cuatro series, en español y portugués, sobre temas de física, química, biología y matemática. Desde sus comienzos, estas obras se destinaron a profesores y alumnos de ciencias de enseñanza secundaria y de los primeros años de la universitaria; de estos se tiene ya testimonio de su buena acogida.

Este prefacio brinda al Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico de la Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos la ocasión de agradecer al doctor Oswaldo Frota-Pessoa, autor de esta monografía, y a quienes tengan el interés y buena voluntad de contribuir a su divulgación.

## NOTA DEL AUTOR A LA SEGUNDA EDICIÓN

En la década que separa las dos ediciones de esta monografía se han observado, en América Latina, algunos focos de avance considerable en la producción de textos y materiales; pero se está lejos aún de haber implantado métodos adecuados a la enseñanza de ciencias en una fracción substancial de nuestras escuelas.

La razón principal de esta situación se debe al crecimiento galopante de nuestras poblaciones, que llevó a la formación masiva del magisterio. La "explosión educacional", con la toma por asalto de todos los escalones escolares por la juventud, se reflejó así en el nivel técnico medio de los profesores.

Se ha frustrado en parte, por lo tanto, la visión de los líderes que organizaron la Primera Conferencia Latinoamericana sobre la Enseñanza de la Biología (I CIEB, San José, Costa Rica, 1963). De hecho, la doctrina estructurada en sus actas se ha mostrado de tal solidez que poco se ha conseguido agregar a ella en la II CIEB (Asunción, 1972); pero, a despecho de esto, la difusión de las ideas ha sido lenta y el propio liderazgo que desencadenó el movimiento de reforma llegó a Asunción singularmente desguarnecido de nuevos activistas.

La meditación sobre esta coyuntura, a que la actualización y ampliación de esta monografía nos ha obligado, lleva a proponer, como medida de emergencia en toda América Latina, un esfuerzo concienzudo para encontrar nuevos líderes de la campaña de mejora de la enseñanza de ciencias. Por otra parte, se requiere sensibilizar a las autoridades gubernamentales en los ministerios y secretarías de educación para que sustituyan el énfasis que en general ponen en los aspectos puramente programáticos y formales del curriculum, adornándolo de pedagogismo estéril, por una campaña vigorosa en pro de la difusión de métodos renovados.

San Pablo, noviembre de 1976

# ÍNDICE

Página

# 1

*Eliana, la simpática secretaria del Director del Departamento de Educación, pidió al profesor de biología, Licenciado Ignacio Fernández, que esperara un poco: el señor director iba a atenderlo. El profesor se sentó en la sala de espera y comenzó a hojear un folleto que había sobre la mesa. En la página 4 leyó, sin prestar mucha atención,*

*"La Primera Conferencia Interamericana sobre la Enseñanza de la Biología,*

*CONSIDERANDO:*

*Que es esencial para la educación del adolescente,*

1. *Crearle hábitos mentales propios del pensamiento científico;*

2. *Permitirle descubrir su vocación y capacidades, y*

3. *Conducirle a la comprensión de los hechos y principios básicos y unificadores de la biología, todo lo cual le permitirá una mayor eficiencia en su vida individual y social, y*

*Que el método expositivo, predominante hasta hoy en América, es totalmente inadecuado y que la participación activa del alumno en la resolución de situaciones problemáticas referentes a la biología es la manera más eficiente para alcanzar los objetivos expuestos,...*

*RECOMIENDA:*

1. *Que se hagan todos los esfuerzos para implantar en la enseñanza de la biología al nivel medio el método de problemas a fin de que..."*

*El profesor Fernández insinuó una sonrisa y pensó: "quisiera ver a uno de esos especialistas de gabinete dando clase en mi escuela..." Recordó, entonces, a su vieja profesora de didáctica, que acostumbraba explicar a los alumnos que los fines informativos de la enseñanza son menos importantes que los formativos. Esta misma profesora dio una vez una clase que los estudiantes anotaron meticulosamente: habló sin interrupción por más de una hora, y pulverizó, con vehemencia y brillo retórico, el método expositivo y el cuaderno de apuntes.*

## LA REFORMA EN MARCHA

Las dificultades económicas de América Latina provienen, sobre todo, del bajo nivel de higiene y cultura en que vive la mayor parte de la población. Hombres analfabetos y enfermos son incapaces de producir lo suficiente para su subsistencia. La salud y la cultura han de ser, en consecuencia, los pilares de cualquier campaña de desarrollo de nuestros pueblos. Por eso, la escuela secundaria ocupa el centro

estratégico de la batalla por el progreso. Su actuación --buena o mala-- se extiende a la enseñanza primaria y a la universidad ya que provee, a la una, de maestros, y a la otra, de estudiantes.

Entre los sectores más importantes de la educación, el de la formación científica es el más directamente enlazado con el mejoramiento técnico, que aspira a una producción más lucrativa, y con el progreso médico, que persigue la erradicación de las enfermedades. No obstante, es una ilusión pensar que una élite de ingenieros, agrónomos y médicos pueda transformar una población apática e ignorante. Esa élite es indispensable, pero el resultado de su trabajo depende de la receptividad de las masas, cuyo nivel hay que elevar.

Cantidad y Calidad

En principio, la enseñanza de las ciencias en la escuela secundaria debiera alcanzar a todos los ciudadanos, lo cual está muy lejos de lograrse en América Latina.

De hecho, sólo una minoría obtiene educación primaria; en cuanto a la educación secundaria, los que la reciben son una fracción insignificante de la población y pueden considerarse como elegidos por la suerte. Partiendo de tan reducido número de candidatos potenciales es realmente admirable que nuestras universidades hayan logrado formar un grupo de hombres de ciencia eminentes, al igual que algunas escuelas de investigación de prestigio internacional, pues la altura de la pirámide del saber depende del área de su base.



En cuanto a la calidad de la formación científica es tan precaria que, con las naturales excepciones, no es exagerado decir que la escuela secundaria actúa como factor negativo, deformando la mentalidad científica de los jóvenes y matando en ellos el interés natural por la ciencia. Por consiguiente, antes de intentar extender la acción de la escuela secundaria a mayor número de adolescentes, es preciso reformar la enseñanza de las ciencias que en ella se imparte.

Los Líderes de la Campaña

En pro del perfeccionamiento de la enseñanza de las ciencias trabajan tres tipos de líderes, cuya formación académica o profesional difiere en cada caso. Es así que, en ciertos aspectos, la formación de cada uno de ellos supera a la de los otros dos, y cualquier deficiencia en ella se trata de ocultar, acentuando, en cambio, las de los otros. Cada cual tiene su jerga y sus frases mágicas. Todos son inútiles.

El pedagogo. Si bien no es un científico, el profesor de didáctica desempeña un papel importantísimo en la campaña pro mejora de la enseñanza de las ciencias. Sus méritos son: conocer la filosofía de la educación y las doctrinas de las escuelas pedagógicas en que se apoyan los métodos modernos de la enseñanza de las ciencias; dominar, a menos en teoría, las técnicas de motivación, dinámica de grupo, verificación de aprovechamiento y uso de material didáctico; y tener conciencia de la relación entre la enseñanza de las ciencias y la educación en general. Quéjase éste, y con razón, de que los otros tipos de líderes

son muchas veces personas improvisadas sin un sólido conocimiento teórico. Por otra parte, sus deficiencias consisten en no tener experiencia en la investigación científica, lo que reduce su conocimiento del método científico a generalidades filosóficas, y en no conocer bien la materia científica, lo que torna insegura su opinión sobre planes, programas y procedimientos específicos inherentes a las clases de ciencias. Además, tiende a dar excesiva importancia a la nomenclatura y a las frases estereotipadas que caracterizan la clase pedagógica, pero que la mayor parte de las veces obstruyen la apreciación objetiva de los problemas.

**El maestro de escuela.** Ciertos profesores secundarios adquieren gran naturalidad y seguridad en el tratamiento de situaciones de clase. Cuando son inteligentes y los motiva el interés, consiguen de los alumnos excelente aprovechamiento. Algunos se convierten en líderes de la campaña de reforma, a la cual contribuyen con ideas fruto de su experiencia con grupos de diferentes tipos a lo largo de los años.

Su intuición respecto a los modos de explicar ciertos asuntos y presentar ciertos fenómenos mediante experimentos es especialmente valiosa. A menudo, su deficiencia más saliente es quizás poner poca atención a los objetivos de la enseñanza y, por ende, enseñar la materia del programa sin reparar como es debido en su utilidad.

**El científico.** El profesor universitario, que también es investigador y se interesa por los problemas de la enseñanza, se transforma algunas veces en el más creador --y con frecuencia también en el más presumido-- de los líderes. Su formación especializada y su comprensión de los métodos y significación social de la ciencia lo capacitan para elaborar planes y programas de estudio, y para producir libros didácticos. Sus mayores deficiencias son su falta de experiencia en el magisterio secundario y su desprecio por las materias pedagógicas.



La esfera de acción de los pedagogos son las cátedras de didáctica de las facultades o institutos de educación, y la de los científicos, los departamentos de ciencias de las universidades. Los líderes tipo maestro de escuela se mueven en ambas. Es sólo desde hace poco que los dos grupos menos propensos a la colaboración --pedagogos y científicos-- comienzan a perder la desconfianza mutua. Poco patriótica y ridícula es mantener esta división en la América Latina, donde todavía existe gran carestía de líderes. Cuando todos se armen de buena voluntad y tolerancia, y lleguen a unir esfuerzos, se podrán explorar líneas fecundas de interacción.

## ¿Por qué Es Tan Lenta la Reforma?

Nuestros profesores de biología de las escuelas secundarias están, en su gran mayoría, descontentos con los cursos que dan y con los que han recibido. Esto los predispone para la reforma. Cuando se someten a la doctrina renovadora se convencen fácilmente, pero son pocos los que modifican sus clases. ¿Cuál es la causa de esta incongruencia?

La causa principal es que se enseñan métodos nuevos por procedimientos antiguos. Los cursos de didáctica que debieran servir para erradicar un enfoque anticuado, lo reiteran o lo practican. Es evidente que, en un curso de zoología, la actividad principal de los alumnos debe ser el estudio directo de los animales. Y, sin embargo, todavía no se acepta la idea de que la metodología de la enseñanza sólo puede basarse en el estudio directo de la "clase" misma. La parte fundamental del curso debe ser, no las lecciones del profesor, sino una serie de clases, dadas a pequeños grupos de alumnos voluntarios del curso secundario por los profesores-alumnos en presencia de sus colegas y del profesor de metodología y discutidas ampliamente por todos.

Mientras los profesores de didáctica y metodología de las ciencias no organicen sus cursos a base de estas clases piloto, las campañas de perfeccionamiento de la enseñanza de las ciencias tendrán un alcance limitado.




4

Igualmente nocivo es el ejemplo dado por los profesores de ciencias biológicas de las universidades, de los institutos pedagógicos y de las escuelas normales superiores que continúan explicando sus cursos por el método expositivo. Es curioso como aun los que conocen bien su asignatura y son buenos investigadores dejan de aplicar su originalidad de pensamiento y se doblegan ante la tradición. Se podría pensar que el profesor universitario prefiere el método expositivo porque confunde la pasividad de los alumnos con una respetuosa admiración por su sabiduría. Sin embargo, el diálogo que se logra en reuniones de seminario es mucho más satisfactorio, ya que en este caso las dificultades de expresión y los errores de los alumnos sirven para realzar, por contraste, la elegancia y corrección de las ideas del maestro. Lo que ocurre es, simplemente, que los profesores se acostumbraron tanto cuando eran alumnos a escuchar clases de exposición que rara vez se les ocurre que es su deber investigar si no existen métodos mejores.

En los medios universitarios está generalizada la idea de que para ser un buen profesor basta saber bien la asignatura que se enseña. Un análisis de esta verdad a medias nos servirá para esclarecer los

obstáculos que se oponen a la mejora de la enseñanza de las ciencias. Tomada al pie de la letra, esta opinión es tan absurda como decir que para ser un buen cirujano basta saber anatomía. Además de conocer la materia es indispensable que el profesor cree una técnica adecuada. Aunque "enseñar" significase "transmitir conocimientos", no bastaría tener los conocimientos para saber cómo transmitirlos. En verdad, enseñar es crear inquietudes e intereses para que la mente de los alumnos se desarrolle bajo innumerables aspectos; por consiguiente, por más eruditos que seamos en nuestra especialidad, sólo podremos ser buenos profesores cuando analicemos la dinámica de tal proceso y descubramos cómo actuar para promoverlo con eficacia.

Si la opinión de que "para enseñar bien basta saber la materia" no resiste la crítica, ¿cómo se explica que esté tan difundida? Es que las personas que la expresan se dejan engañar por esta frase hecha cuando, en verdad, quieren expresar cosas parecidas pero distintas, que sí son correctas:

a. Para enseñar bien es *indispensable* saber la materia.

b. Para enseñar bien de poco vale seguir los cursos corrientes de pedagogía que, en general, están desligados de la realidad y llenos de citas superficiales y nomenclatura inútil.

Existen dos pedagogías: una académica e ineficaz, porque se mantiene desvinculada de los problemas concretos de la juventud y se transmite en cursos expositivos; otra, que el profesor secundario trata de aprender por sí mismo (porque no se la enseñaron) a costa de sus alumnos.

## Evolución, No Revolución

Otro error es enseñar a los futuros profesores de que una reforma radical e instantánea es posible o deseable. Para que se creara una conciencia de mejora hubo que oponer la escuela nueva a la escuela tradicional, como si entre las dos hubiera un abismo. Pero esta polarización, que facilita el proselitismo en el campo de las ideas, desanima al profesor y lo priva de coraje para dar un salto que cree demasiado arriesgado. No habiendo visto nunca la "escuela nueva" en acción, el profesor prefiere continuar usando los métodos poco eficaces que conoce bien a lanzarse a una aventura para la cual no se siente preparado.

Ya es hora de desechar este equívoco. No hay dos tipos opuestos de enseñanza: una excelente, otra pésima. Lo que hay es una gama de mejor a peor con muchos matices que participan de una propiedad común: que pueden todos ser mejorados. Lo que se describe como curso renovado es una abstracción, cuyo mérito es marcar una dirección en nuestros esfuerzos. Cada profesor cumple su deber si cada año introduce alguna mejora en la organización de su curso. Cada paso prepara el siguiente y da al maestro confianza para progresar.

La presentación abstracta de los buenos métodos de enseñanza en los cursos de didáctica y en los libros sobre este asunto da a los profesores la impresión de que, a pesar de ser sumamente plausibles,

sólo pueden ser adoptados en escuelas experimentales bien equipadas. No cabe duda de que la insuficiencia de instalaciones y de material de laboratorio, los programas oficiales mal planeados y obligatorios, la incomprensión de los colegas y del director y la desorientación de que fueron víctimas los estudiantes en cursos anteriores son factores que se oponen al perfeccionamiento de los cursos. Pero, estas dificultades no son insalvables. Así como el deber del general es hacer avanzar a sus tropas pese a la resistencia del enemigo, la función del maestro es vencer o evadir los obstáculos en beneficio de sus discípulos. Los que no lo hacen se rinden antes de la lucha, menospreciando los recursos con que pueden contar. Es especialmente en las malas escuelas y en condiciones adversas donde los buenos métodos se imponen más.

### Planes de Estudio Inadecuados en la Formación de los Profesores

Puesto que en nuestros países existen desde hace muchas décadas cursos específicos de formación de profesores de secundaria, se podría pensar que a estas alturas buenos especialistas hubieran sustituido los cuadros de profesores improvisados. Por desgracia, estos cursos no están formando profesores buenos porque son cursos deficientes. Los planes de estudio siguen teniendo estructura tradicional, dividida en disciplinas académicas, en que se trata de enseñar el contenido de la ciencia y de la pedagogía, pero no de proporcionar a los estudiantes oportunidades de enseñar a su vez, asistir y discutir clases de secundaria y trabajar en proyectos de ciencia.



Compare el lector el curso seguido por él para obtener el certificado de profesor con el descrito en el capítulo 10 (La Formación del Profesor). Esta comparación pondrá de manifiesto lo absurdo de la organización de los planes de estudio actuales frente a lo que se debiera y podría hacerse para formar un profesor.

### Omisión de las Agencias de la Campaña

Concebidas sus funciones con inteligencia, las agencias privadas o gubernamentales que se dedican al perfeccionamiento de la enseñanza de las ciencias pueden tener un éxito impresionante. Esto lo demuestran varios notables ejemplos en América Latina (véase el capítulo 12, Instituciones).

Más, en contraste con dichos ejemplos, hay en nuestros países muchas agencias que son inoperantes a consecuencia de la burocracia o el pedagogismo académico. Se cuentan en este grupo muchos servicios de orientación al profesorado, dependientes de los ministerios o secretarías de educación, y en especial, las agencias de planeación de los programas de estudio, que suelen esterilizarse, dedicándose a elaborar extensas y minuciosas listas de temas o de objetivos de la instrucción revestidas de una jerga que aparenta precisión y erudición, pero que no pasa de ser un mero juego de palabras.

## CAMPAÑA EDUCATIVA EN LA AMÉRICA LATINA

Siendo tan diversas y ponderables las iniciativas necesarias para liberar la enseñanza de la biología de sus defectos tradicionales, es

imprescindible elegir como meta de la campaña el aspecto más esencial: la actividad metodológica del profesor. De hecho, en tanto continúen las clases tradicionales, cualquier tentativa de mejoramiento fracasará. Si diéramos a las escuelas material de laboratorio para las clases prácticas, el profesor simplemente no lo emplearía. Si aumentáramos su sueldo, disminuyéramos el número de alumnos por clase, cambiásemos el contenido del programa o publicásemos buenos libros didácticos, todo esto no serviría para nada mientras que el profesor continúe diciendo cómo son las cosas y los alumnos continúen pasivos, sin pensar por sí mismos.

El esfuerzo mayor debe concentrarse, por lo tanto, en la transformación de los métodos. Sólo una vez conseguido eso, las demás iniciativas serán de provecho.

## Normas de Acción

¿Cómo actuar sobre la metodología del profesor? La práctica enseña que los libros de didáctica, aunque fueran leídos por todos los profesores, tendrían efecto limitado. Esto explica porqué sólo se consigue modificar una actitud por medio de un impacto emotivo. El profesor tradicional, aun convencido intelectualmente de lo que recomendamos, seguirá siendo como era, del mismo modo que el fumador continúa fumando después de leer un libro que prueba que el tabaco es nocivo para la salud. La campaña tiene que impresionar al profesor mediante iniciativas que despierten su entusiasmo por la "nueva" doctrina, es decir por "contagio directo". Tales iniciativas se señalan a continuación.

1. **Cursos de vacaciones.** Los cursos para profesores deben ser numerosos, breves e intensos y, principalmente, con miras a demostrar las ventajas del método de problemas y su técnica. Deben comprender como principales actividades las siguientes:

a. clases dadas a un pequeño grupo de alumnos de secundaria por los dirigentes del curso de vacaciones y a las que deben asistir los profesores en entrenamiento;

b. discusiones, inmediatamente después de las clases, acerca de las ventajas y defectos de las técnicas empleadas;

c. clases dadas por los profesores en capacitación a pequeños grupos de alumnos de secundaria y a las que asistirán los colegas;

d. debates sobre la eficacia y valía de estas clases;

e. un programa extenso de prácticas de laboratorio llevadas a cabo individualmente por los profesores en entrenamiento para que se familiaricen con los recursos de que se pueden valer. En dicho programa tendrán prioridad los trabajos prácticos que no requieran material elaborado y que, en consecuencia, puedan ser ejecutados por los profesores en sus clases aunque sólo dispongan de precarios recursos;

f. excursiones con alumnos de secundaria y con los profesores del curso de capacitación para demostrar las técnicas del trabajo sobre el terreno;

g. clases para poner al día temas biológicos, explicadas según el método de problemas, y con parte práctica, y orientadas a mostrar cómo se desarrolla la investigación científica.

Los cursos de vacaciones alcanzan a un número reducido de profesores. Es esencial, por lo tanto, que se multipliquen en cadena. El medio económico de lograrlo es designar a los profesores que tomaron parte en un curso para que, a su vez, dirijan otros cursos. De esta suerte, a través de varias "generaciones" de escuelas de verano, se podrá entrenar a muchos profesores. Es natural que el nivel de eficacia de los cursos decaiga a medida que pasan a manos más inexpertas. Por eso, el curso fundamental (primera generación) debe alcanzar un nivel muy alto y sus dirigentes ser los mejores que se puedan hallar en América Latina. Los profesores adiestrados en ese curso internacional que revelen mayor aprovechamiento se encargarán, en sus países, de dirigir cursos en el ámbito nacional. A su vez, los más aptos participantes de esos cursos se encargarán de otros de menor alcance. El proceso debe renovarse todos los años partiendo de un nuevo curso internacional, para llegar al mayor número de profesores en ejercicio que sea factible.

8 2. Misiones metodológicas. Los cursos que acabamos de describir deben ser apoyados, localmente, por actividades que mantengan vivo el interés de los profesores. Con este objeto, cada país debe organizar debates breves, en diferentes ciudades, dirigidos por dos o tres profesores. Psicológicamente, es importante que esos profesores sean de mérito reconocido y que provengan de otras regiones del país o de otros países. En esas charlas se les ofrecerá a los profesores locales amplia oportunidad de discutir los progresos que lograron en su práctica metodológica.

3. Asociación de profesores. Uno de los puntos culminantes de la campaña es el de transmitir el impulso inicial, que llega de afuera, a los grupos locales de profesores. Esto se logra fomentando la organización de asociaciones locales de profesores de biología (o de ciencias) en sesiones periódicas para discutir problemas de enseñanza.

4. Iniciativas complementarias. Las principales actividades que refuerzan el programa indicado son las siguientes:

a. producción de material escrito para distribuir a los profesores de biología, tales como guías de distintos métodos de enseñanza, manuales de actividades prácticas y buenos libros de texto;

b. producción de material de laboratorio, sencillo y conveniente;

c. producción de material audiovisual, principalmente transparencias y películas.

El programa que se acaba de esbozar tendrá una eficacia máxima si se centraliza en una institución permanente de alcance interamericano. Es, pues, muy prometedor que la Organización de los Estados Americanos (OEA) haya asumido la dirección del movimiento internacional, en atención a una de las recomendaciones de la Primera Conferencia Interamericana sobre la Enseñanza de la Biología (CIEB). Sin embargo, es indispensable que en cada país uno o varios organismos nacionales trabajen con objetivos análogos en estrecha cooperación con la institución interamericana y tengan suficiente capacidad de iniciativa y recursos para promover la reforma en su propio país.

Es indispensable además que los profesores latinoamericanos se organicen para la campaña. Esto se ha conseguido con la creación de la Asociación Interamericana para el Mejoramiento de la Enseñanza de la Biología, durante la celebración de la Segunda Conferencia Interamericana sobre la Enseñanza de la Biología, en Asunción, Paraguay, en 1972. Se espera que esta Asociación llegue a actuar como el órgano técnico y consultivo más prominente en cuestiones relacionadas con la campaña de perfeccionamiento de la enseñanza de la biología.

Dentro del ámbito de cada país también se llevan a cabo extraordinarios esfuerzos para mejorar la enseñanza de las ciencias.



En Brasil, por ejemplo, desde hace unos veinticinco años se realizan cursos de vacaciones para profesores de ciencias, auspiciados por el Ministerio de Educación y Cultura, Secretarías de Educación de algunos Estados, Museo Nacional y algunas universidades. Hace unos veinte años se creó, en San Pablo, el Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC), que viene ejerciendo considerable influencia en la evolución de la enseñanza de las ciencias en la América Latina (véase el capítulo 12, Instituciones). En 1960, el Ministerio de Educación y Cultura publicó textos modernos de biología, escritos por especialistas brasileños para la orientación del profesorado secundario. Entre ellos, la "Biologia na Escola Secundaria" y la "Botânica na Escola Secundaria" fueron distribuidos gratuitamente a los profesores (véase el capítulo 12, Publicaciones). Hoy se han multiplicado las instituciones nacionales que trabajan por el perfeccionamiento de la enseñanza de las ciencias, incluyendo la biología, y algunas han sido creadas antes de la CIEB e independientemente del movimiento centralizado por la OEA. La más importante en la actualidad, tanto por el volumen de sus inversiones como por la calidad de sus proyectos, es el PREMEN, órgano del Ministerio de Educación y Cultura. Un sumario de su obra se encuentra en el capítulo 12, Instituciones.

En México, se ha presenciado en los últimos años una de las más brillantes campañas de perfeccionamiento de la enseñanza de las ciencias en términos de publicaciones de textos y celebración de cursos de perfeccionamiento en cadena para maestros y profesores (véase el capítulo 12, Instituciones), bajo la coordinación del Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional.

Se han ofrecido cursos de perfeccionamiento para profesores de biología en la mayoría de los países de América Latina, bien a propósito de la divulgación de los materiales del BSCS originados en los Estados Unidos, bien con miras a la difusión de ideas técnicas y materiales nacionales.

Por lo menos en dos países (México y Colombia, véase el capítulo 12, Publicaciones) se circulan periódicos destinados a promover en especial el mejoramiento de la enseñanza de la biología.

En 1961 se inició la fase interamericana de la campaña. En Estados Unidos se organizó un grupo de trabajo denominado Biological Sciences Curriculum Study (BSCS) para promover la reforma de la enseñanza biológica en dicho país. Para colaborar en la segunda Conferencia de Redacción de este grupo fueron invitados seis latinoamericanos, quienes adaptaron los textos del BSCS a las necesidades de América Latina y tomaron la iniciativa de emprender una campaña de perfeccionamiento de la enseñanza de la biología. Redactaron un proyecto que se presentó en una reunión en Washington, D. C. a los representantes de diversas instituciones a fin de que lo patrocinasen. En dicha reunión se propuso la organización de una conferencia interamericana de biólogos y profesores secundarios de biología y se discutió la necesidad de formar líderes en los varios países.



La primera victoria de la campaña fue el Curso para Profesores Latinoamericanos de Biología organizado por el Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC) en San Pablo, Brasil, del 8 de enero al 15 de febrero de 1962, con el apoyo de la Organización de los Estados Americanos (OEA) y de la Fundación Ford. Los 45 participantes (de once países) llevaron a cabo un programa intensivo que, en cuanto al contenido biológico, se centralizó en la ecología e incluyó varias excursiones al campo, un programa individual de trabajos de laboratorio y una serie de conferencias dadas por especialistas. En el aspecto pedagógico, los que tomaron parte dieron clases a un grupo de estudiantes de enseñanza secundaria, las que se discutieron posteriormente desde todos los ángulos. Los participantes estudiaron y comentaron también los textos del BSCS. Tuvo lugar una mesa redonda sobre el estado de la enseñanza de biología en los diversos países representados y se decidió un plan de acción futura.

En septiembre de 1962 se reunió en Suiza el "Seminario sobre la Reforma de la Enseñanza de Biología" promovido por la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico, que agrupa a muchos países europeos y los Estados Unidos de América. Como ya había interés en organizar una conferencia semejante en América Latina, la OEA envió a ese Seminario dos observadores y la Fundación Ford, un tercero. A su regreso, los dos primeros pasaron por Washington para coordinar con el Departamento de Asuntos Científicos de la OEA los planes de la conferencia interamericana. Se constituyó una comisión asesora, integrada por los profesores encargados de tratar los seis temas principales, un representante de la OEA y otro de la Universidad de Costa Rica, sede del certamen.

La decisión que contribuyó más definitivamente al éxito de la Primera Conferencia Interamericana sobre la Enseñanza de la Biología (I CIEB) --y es importante divulgar este hecho como recomendación a los organizadores de otras conferencias de ese tipo-- fue que los seis informes básicos debieron ser discutidos por los autores antes de ser escritos en forma definitiva, de modo que se alcanzara cierta coordinación y unidad de doctrina; y que dichos informes se distribuyeron con anticipación a los que tomaron parte en la conferencia para que fueran estudiados con minuciosidad y ponderación.

Garantizado su éxito, con tales cuidadosos preparativos, la I CIEB tuvo lugar en la Universidad de Costa Rica del 21 al 28 de julio de 1963, bajo los auspicios del Departamento de Asuntos Científicos de la OEA y la Universidad de Costa Rica y con la colaboración de la Fundación Ford y de la National Science Foundation de los Estados Unidos. Estuvieron representados 18 países americanos e Inglaterra, además de seis instituciones que enviaron observadores.

Las Actas de la CIEB se publicaron por la OEA en un volumen en español, y por la Revista de Pedagogía (San Pablo, Brasil), en portugués. Sus excelentes recomendaciones (véase publicación 570-S-6783, OEA, 1963) fueron adoptadas e implantadas como orientación para iniciativas posteriores. La Tercera Reunión Interamericana de Ministros de Educación (Bogotá, agosto 1963) decidió que esas recomendaciones, así como las de las conferencias análogas de física y de matemáticas, fueran examinadas detenidamente por los ministerios de educación de nuestros países para su adopción por los organismos e instituciones pertinentes. En consecuencia, el Ministerio de Educación de la Argentina instituyó, en 1964, una Comisión Nacional para la Enseñanza de la Biología, y Uruguay ha organizado su Asociación de Profesores de Ciencias Naturales.



En 1964 la OEA creó, a través de su Departamento de Asuntos Científicos, el "Programa Interamericano para Mejorar la Enseñanza de las Ciencias" (PIMEC), Proyecto 212, con sede en Montevideo. Su primer curso interamericano de formación de líderes en la enseñanza de la biología se llevó a cabo en Lima en 1966. Otro curso internacional fue patrocinado por la OEA en Cali, Colombia (1964). La National Science Foundation de los Estados Unidos ha subvencionado una reunión interamericana para tratar de las técnicas de organización de cursos de vacaciones (Lima, 1966) y un seminario sobre la fabricación de materiales de laboratorio destinados a la enseñanza de las ciencias en el IBECC (San Pablo, Brasil, 1966).

En febrero de 1971, una reunión de expertos convocada en Montevideo por el Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico de la Secretaría General de la OEA presentó un informe evaluativo de los progresos logrados desde la I CIEB. Entre estos caben citar los materiales y textos de enseñanza, que se han multiplicado en cantidad y calidad; las guías de laboratorio, las guías para profesores y los estuches de laboratorio ("kits") de excelente factura, como la serie de 50 estuches acompañados de libritos, denominados "Os Cientistas", producida por la FUNBEC y la Editora Abril, en el Brasil, y reproducidos posterior-

mente en varios países, como México, Venezuela, Perú, Estados Unidos y Turquía. De otro lado, han habido muchas mejoras en los contenidos y programas y en la propia filosofía de la enseñanza de biología, si bien frente a los contenidos por demás extensos, llenos de academicismo y aislados de los problemas de la vida cotidiana del individuo o del país, hay que reconocer que la necesidad de progreso en estos sectores continúa patente.

El grupo de Montevideo concluyó que los principios emanados de la I CIEB seguían siendo perfectamente válidos y que la II CIEB no debía simplemente insistir en ellos sino abrir nuevos rumbos complementarios. Con este espíritu, se adoptó en la II CIEB un enfoque original de los debates, que fueron precedidos por clases de demostración dadas a alumnos locales y observadas por los participantes por circuito cerrado de televisión. Además, con el mismo propósito se realizaron excursiones ecológicas con estudiantes.

La Segunda Conferencia Interamericana sobre la Enseñanza de la Biología (II CIEB) se celebró en Asunción, Paraguay, del 3 a 7 de julio de 1972, bajo los auspicios del Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico de la OEA y del Ministerio de Educación y Culto del Paraguay. Sus actas se han publicado en español, y en un volumen posterior ("Aportes a la Enseñanza de la Biología") se dieron a conocer memorias que enfocan métodos y materiales especiales para la enseñanza de la biología, presentadas por autores de distintos países latinoamericanos.



No debe postergarse más la reforma de la enseñanza de la biología en la América Latina. Estamos maduros para realizarla y no faltarán recursos financieros para apoyar un esfuerzo serio y continuo. El apoyo de los gobiernos locales será, indudablemente, amplio. Para una acción conjunta, América Latina ofrece la ventaja de tener homogeneidad lingüística y de formación histórica. Junto con las campañas que aspiran a la reforma de la enseñanza de la física, la química y las matemáticas, que también están ya en marcha en el ámbito interamericano, la campaña en pro del perfeccionamiento de la enseñanza de la biología contribuirá poderosamente a la revolución cultural que redimirá a las Américas.

# 2

*El Licenciado Fernández era un intelectual no conformista. Su vida transcurría tranquila, pero tenía ciertas inquietudes cuya razón sus colegas no lograban siempre entender.*

*Como de costumbre, salió aquella tarde de la escuela en compañía del profesor Quezada, de física, para tomar el autobús juntos.*

*Pareces preocupado, le dijo Quezada, ¿qué ocurre? ¿Has tenido algún incidente en la clase?*

*No, Quezada, no, nada desagradable ha ocurrido. La cosa es que, después de explicar mis cinco clases de la tarde, sobre el mismo asunto, con cinco grupos distintos, me vino a la mente la más estúpida pregunta: en fin de cuentas, ¿qué beneficio hago a estos muchachos enseñándoles biología? El tema de hoy era lo que nuestro programa oficial llama "ciclo reproductivo de las briófitas". Hoy, como todos los años, les expliqué, por ejemplo, cómo la fase haploide de los musgos deriva de una espora y la diploide de un cigoto. Ahora bien, supongamos que no hayan entendido nada. ¿En qué puede esto afectar su vida? Tú, Quezada, eres sin duda un profesional satisfecho y, después de todo, nada sabes sobre el ciclo de los musgos. Supongamos que mis alumnos salieron sabiendo el ciclo de las briófitas tan bien como yo. Díme, sinceramente, ¿de qué les servirá esto en la vida, a menos que también se conviertan en profesores de biología y tengan como función torturar a otros muchachos con estas cosas?*

*Tomado de improviso, Quezada, apenas pudo más que balbucir una contestación que no satisfizo a ninguno de los dos:*

*Ignacio, el saber es importante en sí mismo, no hay que indagar para qué sirve. Además, si el tema que trataste es parte del programa oficial, tu deber es enseñarlo. Si lo hiciste, tienes la conciencia tranquila: ¡no pienses más en esto!*

## ¿PARA QUÉ ENSEÑAR?

Todo buen profesor somete sus procedimientos didácticos a una crítica constante y así procura mejorarlos. Sin embargo, ¿cuál es el criterio para juzgar la eficacia de un procedimiento didáctico? Por supuesto, son los resultados a que conduce. Si los resultados son los que consideramos deseables, el procedimiento es bueno. De lo contrario, se debe modificar. Es indispensable, pues, que cada profesor llegue a elegir cuidadosamente para su curso un conjunto de objetivos y procure cumplirlos.

Los objetivos de la educación dependen de la filosofía que uno adopta; no pertenecen al dominio de las ciencias sino al de la moral. No los podemos demostrar, sólo exponerlos. Pero una vez adoptada una filosofía educativa, de ella se deducen, como corolarios, los objetivos generales de la educación y de estos se pueden sacar los específicos de cada asignatura.

Hoy en día la filosofía educativa de mayor significado en el mundo, especialmente en los países americanos es el experimentalismo, estructurado por Dewey y Kilpatrick. Su postulado es que la educación es un proceso de reconstrucción y reorganización de la experiencia. El propósito fundamental de los educadores es proporcionar a los jóvenes el ambiente (escuela) y los estímulos (acción didáctica) capaces de favorecer de la mejor manera su desarrollo físico e intelectual. La dirección de tal desarrollo debe ser la que conduce a la plena realización de sus potencialidades personales y a su participación efectiva en la sociedad democrática. Creemos que la vida democrática es la que mejor permite y la que más requiere el libre desarrollo personal. Así, pues, no hay conflicto entre los objetivos de desarrollo personal y los de integración a la vida social.

Esta filosofía se basa en la convicción de que el niño es esencialmente bueno. Los muchachos considerados malos son las víctimas de influencias perturbadoras en el hogar, en la escuela o en la sociedad. Tales desvíos, cuando no alcanzan proporciones patológicas, se curan por medio del afecto y la comprensión, y por la eliminación de los factores perturbadores.

Si adoptamos esta filosofía, aceptamos la responsabilidad de respetar y estimular a nuestros estudiantes para acondicionar el más completo desenvolvimiento de sus capacidades individuales y su armoniosa integración a la vida democrática.



De aquí surgen inmediatamente dos principios básicos de metodología. En primer lugar, debemos dar a los estudiantes ocasiones de ejercitar ampliamente sus capacidades. En el campo de las ciencias esto significa, principalmente, que los alumnos deben pensar por sí mismos, discutir los problemas y tratar de resolverlos por el método científico, llevando a cabo, con espíritu creador, las investigaciones y experimentos por ellos planeados. Si, por el contrario, les obligamos a escuchar pasivamente nuestras disertaciones, dificultamos el libre desenvolvimiento de sus capacidades. En segundo lugar, debemos prescindir en nuestra labor de toda acción coercitiva la cual no puede formar ciudadanos para una democracia. El interés debe reemplazar la coerción.

Pero, una vez fijadas las aspiraciones generales de la educación, es necesario individualizar los objetivos más específicos que puedan guiarnos en la selección de la materia a tratar y de los métodos didácticos. Esto debe ser hecho por el maestro teniendo en cuenta, por un lado, las aspiraciones generales resultantes de la filosofía de la educación que adopta y, por el otro, las necesidades especiales de los alumnos que tiene a su cargo.

Es muy importante que el mismo maestro seleccione y evalúe las metas específicas que ha de adoptar. Es verdad que todos los jóvenes comparten ciertas necesidades fundamentales; pero, en cada caso, su importancia varía de acuerdo con la comunidad en que se encuentra la escuela, el nivel de la clase, las deficiencias anteriores y otros factores que sólo el maestro conoce. Por otra parte, el estudio concienzudo de la filosofía educativa que adoptamos y de las necesidades reales de

nuestros alumnos es el mejor camino para que el profesor logre cambiar sus actitudes y fortalecer sus motivaciones, de modo a mejorar su acción.

**Selección de Fines**

Como preparación para la selección de nuestros objetivos es siempre útil leer algunos buenos escritores didácticos (véase el capítulo 12, Publicaciones). Tales lecturas deben versar sobre: a) la filosofía educativa moderna; b) las necesidades educativas de los jóvenes; c) los objetivos de la enseñanza de las ciencias.

El maestro organizará un plan de acuerdo con sus puntos de vista, el conocimiento que tiene sobre las necesidades de sus alumnos y las sugestiones que encontró en sus lecturas. Los objetivos no deben ser demasiado amplios para no dificultar su conexión con la práctica diaria. Por ejemplo, la consigna de "hacer que los alumnos se transformen en ciudadanos felices" no sugiere ninguna acción práctica. Tampoco conviene el extremo opuesto "hacer que los estudiantes distingan el sexo de los sapos", el que puede ser un buen objetivo para una clase, pero no para un curso entero. El maestro usará su criterio para hallar el deseado término medio.

Conviene dividir los objetivos en dos grandes grupos, porque, como se verá, la insistencia en uno u otro de estos constituye la diferencia principal entre la enseñanza moderna y la tradicional:



1. **Objetivos informativos.** Abarcan el aprendizaje de hechos y de principios científicos que los alumnos llegan a ser capaces de exponer cuando se les pregunta al respecto.

2. **Objetivos formativos.** Se relacionan con el desarrollo de la capacidad de pensar y de resolver problemas, tanto teóricos como de la vida práctica, con eficiencia y corrección. También son objetivos formativos la adquisición de habilidades, como saber interpretar gráficos y planear experimentos y la adopción de aptitudes favorables, como la de repudiar supersticiones y opiniones emotivas.

Tal vez el paso más difícil para el profesor tradicional que pretende dar un curso de tipo renovado es liberarse de la obsesión por la enseñanza informativa (dar materia) y orientar la actividad del alumno a la adquisición de los objetivos formativos. La psicología moderna del aprendizaje nos dice que sólo es útil al estudiante saber hechos y principios científicos cuando necesita y hace uso de ellos para interpretar alguna situación o conseguir modificar de algún modo el ambiente. Materia dada y aprendida a secas, sin que sea usada por el alumno en alguna actividad creadora, es inútil y perniciosa.

El buen profesor planea su curso llevado por el deseo de alcanzar los objetivos formativos, y de ahí su preocupación de cómo el alumno usará la materia informativa.

Los objetivos formativos podrían clasificarse a su vez en los siguientes grupos:

- Fines que se refieren al entrenamiento en el *método científico*, esto es, a la capacidad de obtener datos y resolver problemas de índole científica.

- Fines que se refieren a la adquisición de *destrezas*.

- Fines que se refieren a la *adopción de actitudes*.

El maestro determinará los objetivos informativos y formativos más convenientes y los clasificará de acuerdo con su importancia relativa.

Esta evaluación de los fines se adaptará de acuerdo con los alumnos que tomen el curso. Los de gran valor para un grupo pueden ser de poca importancia para otro. Por esto el maestro debe conocer bien a sus alumnos, las condiciones de trabajo en su escuela y las peculiaridades de su comunidad.

La lista de los fines, clasificados de acuerdo con su importancia, dará base a la selección de los métodos y procedimientos de enseñanza.

Como Objetivo: Pasar los Exámenes

Aunque lamentable, en la práctica, el propósito fundamental de la mayoría de los cursos de biología es hacer que los alumnos pasen los exámenes. El fin primordial es hacer que aprueben los exámenes de ingreso en la universidad, donde, en general, la competencia es enorme. El jurado calificador tiene que suspender a la mayoría de los candidatos para no inundar de estudiantes a la universidad. Recurren para esto a la treta de formular preguntas minuciosas, y a veces capciosas, que pocos candidatos pueden contestar. Esto coloca en un dilema al profesor concienzudo que no hace distingos con sus alumnos y que los aprecia. Si los hace memorizar hechos inconexos y los centenares de términos técnicos y definiciones que se suelen emplear en los exámenes, estará atentando contra la salud mental y física de sus alumnos. Por el contrario, si no lo hace, disminuye sus probabilidades de ingreso en la universidad.



Como en tantos casos referentes a la educación, éste es un problema que no tiene solución perfecta. Pero, ¿para cuántos problemas de la vida real hay soluciones perfectas? Cabe que el profesor, en cada caso, encuentre la solución más aceptable y esto significa, la mayoría de las veces, dar a los alumnos una fuerte base experimental y conceptual con la cual puedan, con menor dificultad, relacionar los hechos, definiciones y terminología que deben dominar para tales exámenes.

La solución de este gravísimo problema no está en manos del profesor de enseñanza secundaria: es, sí, la responsabilidad de los profesores universitarios. Esto hay que decirlo claramente para que, sintiéndose responsables, no permitan que continúe este estado de cosas. Por supuesto, los profesores universitarios que preparan las preguntas para los exámenes no pueden, en pocos días o semanas, llevar a cabo satisfactoriamente una tarea tan compleja y especializada como la de preparar un conjunto de pruebas convenientemente evaluadas, aptas para

calificar a los candidatos, no solamente en cuanto a conocimientos, sino también en cuanto a inteligencia, vocación, equilibrio emotivo y muchos otros rasgos de la personalidad, importantes para alcanzar éxito en las carreras universitarias. Su culpa está en aceptar esa misión sin esforzarse por crear un órgano técnico permanente, atendido por psicólogos, especialistas en tests, biólogos y profesores secundarios y universitarios especialmente interesados en el problema. Que esto es posible y ventajoso lo prueban los resultados excelentes logrados en San Pablo por el Centro de Seleção dos Candidatos às Escolas Médicas e Biológicas (CESCEM). En 1967, el CESCEM se encargó de la preparación de los exámenes de 5758 aspirantes a 18 cursos de once facultades del Estado de San Pablo. Su alto nivel técnico, tanto por lo que a las preguntas se refiere, como en la evaluación final (realizada con la ayuda de una computadora electrónica) ha resuelto, finalmente, uno de los más graves problemas de la enseñanza en San Pablo.

Problema semejante, aunque menos agudo, tiene que enfrentar el profesor de biología cuando el programa oficial es obligatorio y retrógrado. Tiene muchas veces que enseñar nociones de poca importancia, como detalles de morfología y nomenclatura, porque son parte del programa, perdiendo de este modo un tiempo que podría dedicarse a actividades más útiles. Un buen plan puede siempre atenuar estos inconvenientes. Pero, un maestro no cumple con su deber de persona consciente cuando da mal sus clases escudado en razones de que le es impuesto oficialmente. Corresponde a los profesores más esclarecidos influir en las autoridades educativas para que mejoren los programas oficiales o, por lo menos, los hagan más flexibles.



### Objetivos Referentes al Método Científico

Absorbidos por la rutina de cada día, los profesores tienden a olvidarse de que su tarea es ante todo educativa y planean sus clases en términos de "materia a explicar". Lo curioso es que, precisamente por concentrarse en la transmisión de hechos y principios científicos, el aprendizaje se vuelve artificioso e ineficaz (véase el capítulo 3, Deformación de Conceptos). Para evitarlo, el profesor debe enfocar sus clases con miras a enriquecer el pensamiento del estudiante y a cultivar en él las habilidades y aptitudes que le permitan descubrir, apreciar y usar la verdad científica. Esto es esencial en la vida moderna.

Pensar es un acto de gran complejidad. Depende de conocimientos previos, pero, principalmente, de la capacidad de asociar ideas en una dirección conveniente, de evaluar constantemente las mismas, de comprobar las consecuencias de proposiciones y de realizar otras actividades mentales igualmente sutiles. Además, el pensamiento está siempre envuelto en una atmósfera emotiva que puede tanto impulsarlo hacia la verdad, por el camino de la lógica, como hacia el error, por los rodeos de las racionalizaciones.

La práctica demuestra que es vano intentar un entrenamiento aislado de las "facultades" mentales, como someter a los alumnos a ejercicios de observación, de memorización, o de asociación de ideas. El




pensamiento es eminentemente unitario: cada uno de sus elementos depende de los demás y los influencia. Así es que el entrenamiento del pensamiento reflexivo tiene que ser hecho globalmente. El profesor debe confrontar a los alumnos con situaciones que permitan el desarrollo del pensamiento reflexivo en todas sus fases sin intentar aislarlas artificialmente. Estas fases pueden ser descritas así:

a. Percibir que en la situación que se discute hay un problema.

b. Aislar, plantear y definir el problema.

c. Formular hipótesis plausibles para solucionar el problema.

d. Someter a prueba las hipótesis, por medio del raciocinio, y enfrentarlas con hechos ya conocidos o descubiertos por observaciones y experimentos al efecto.

e. Aceptar como solución verdadera la hipótesis que no ha sido desmentida por ningún experimento.

f. Aplicar a nuevos problemas las conclusiones derivadas.

Para satisfacer los puntos a y b, el profesor procurará que los problemas surjan "espontáneamente" de un experimento o de una discusión; estimulará a los alumnos para que expresen sus ideas (punto c) y las pongan a prueba, aun cuando sea evidente que son equivocadas (punto d), hasta lograr que una de ellas sea confirmada (punto e); procurará que los alumnos se confronten con nuevas situaciones y que tengan que aplicar la experiencia adquirida (punto f).

Si queremos que la educación transforme a nuestros alumnos, debemos procurar que los problemas de la clase sean afines, en lo posible,

a los de la vida común. De ahí, el valor de las investigaciones hechas por los alumnos sobre problemas reales de la comunidad, de la escuela o de sí mismos.

Ahora bien, podría parecer que una enseñanza basada en el método de problemas no da la debida importancia a los fines informativos. La verdad es que no se puede pensar en el vacío: mientras el estudiante trabaja en sus problemas, acumula hechos y observaciones, y analiza y aplica principios científicos. Por otra parte, los propósitos que se refieren a habilidades y actitudes se consiguen mejor cuando los alumnos pueden desarrollar dichas cualidades por medio del trabajo científico. Resulta, pues, que el objetivo central y más valioso del curso es el desarrollo de las técnicas del trabajo científico. Este fin engloba a todos los demás.

## Objetivos Referentes a Destrezas

Imaginemos un certamen entre un profesor de ciencias y uno de sus alumnos. El asunto a tratar es algo completamente nuevo para ambos: por ejemplo, decidir si comer mangos con aguardiente es peligroso para la salud. Es natural que el profesor encuentre una solución más adecuada, expresada en términos más precisos, aun cuando ni él ni su alumno sepan nada del asunto. Esto se debe a que el maestro tiene la habilidad necesaria para discutir *cualquier* problema. El maestro sabe, mejor que el alumno, como procurarse la bibliografía adecuada, interpretar los libros que lee, las tablas y las gráficas que le interesan, planear experimentos, montar aparatos y manipular instrumentos, registrar datos, utilizar las matemáticas, entrevistar especialistas, etc. A veces, un profesor debe dar una clase sobre un asunto que no conoce bien. Después de unas horas de estudio, su capacidad para entender lo que lee y para seleccionar los puntos más sobresalientes le permite dar una clase aceptable. Una persona sin tal habilidad sería incapaz de hacerlo, y es por esto que los alumnos necesitan a los profesores. Por desgracia, en el curso tradicional, sólo el profesor despliega sus habilidades. Los alumnos escuchan pasivamente y no tienen oportunidad para entrenarse. Por eso, un colega mío, un tanto irónico, acostumbraba decir que en las clases el único que aprende es el profesor.



Si realmente deseamos el progreso de nuestros discípulos, debemos organizar el curso en tal forma que les permita ejercitarse para estudiar y resolver problemas por el método científico. Incluiremos, entre los propósitos del curso, aquellos que permitan a los alumnos el capacitarse para:

a. Extraer de libros, artículos, monografías, enciclopedias, diccionarios y listas bibliográficas, los materiales que necesitan.

b. Entender lo que leen.

c. Evaluar y criticar las afirmaciones de los libros y de las personas.

d. Tomar notas de lecturas, hacer resúmenes y redactar conclusiones.

e. Interpretar cuadros y gráficas.

f. Usar recursos matemáticos cuando sean aplicables.

g. Planear y realizar entrevistas y encuestas.

h. Planear y realizar experimentos.

i. Saber usar instrumentos simples (termómetros, etc.) y técnicas fundamentales (pesar, etc.).

**Objetivos Respecto a Actitudes Individuales**

Las actitudes mentales dan carácter a nuestra acción. Actitudes científicas adecuadas son indispensables para orientar la investigación del hombre de laboratorio y tienen también valor inestimable en la vida diaria. Debemos proporcionar a nuestros alumnos la oportunidad de desarrollar actitudes como las de:

a. Captar situaciones analizando los factores que las influyen.

b. Entender las relaciones de causa y efecto.

c. Repudiar supersticiones y opiniones emotivas.



d. Desconfiar de sus propios prejuicios y escuchar opiniones ajenas.

e. Estar dispuestos a reconsiderar sus opiniones cuando se presentan nuevos hechos.

f. Ser imparciales en el trato de problemas objetivos, y no permitir que su orgullo o sus ambiciones falsifiquen la verdad.

g. No juzgar o evaluar apresuradamente ni hacer generalizaciones indebidas.

h. Ser críticos de sus propios métodos y técnicas, así como de los de los otros, en la averiguación de hechos y en la comprobación de teorías.

i. Basar sus opiniones en lo posible en hechos comprobados.

j. Apreciar debidamente la importancia de la ciencia y sus métodos para el progreso de la humanidad.

k. Apreciar el valor de la cooperación en el trabajo.

l. Apreciar la contribución de los hombres de ciencia del pasado y del presente.

m. Tener intereses y curiosidades amplios.

## Necesidades de los Estudiantes

En la selección de los objetivos y su clasificación por importancia, el profesor, por una parte, debe considerar los postulados de la filosofía educativa que adopta y, por otra, las necesidades de los alumnos. Nuestra filosofía establece un orden de prioridades, en términos generales, para la satisfacción de dichas necesidades. Por supuesto nos referimos aquí a necesidades generales de los adolescentes. Pero, ciertas necesidades son más fáciles de satisfacer en algunos grupos que en otros. Por ejemplo, jóvenes de la clase media urbana ya no aceptan las supersticiones ancestrales. El profesor no se preocupará pues de combatirlas como en el caso de alumnos de más bajo nivel económico y cultural. Además, dentro de una misma clase los alumnos difieren en cuanto a sus necesidades más urgentes. Unos son tímidos, otros atrevidos. En los primeros, hay que fomentar la confianza en sí mismos, en los segundos, la tolerancia y el aprecio por el trabajo ajeno.

Concluimos, pues, que las necesidades de nuestros estudiantes se deben considerar desde tres distintos ángulos, a saber: a) necesidades comunes a todos los jóvenes; b) necesidades peculiares de nuestros alumnos, teniendo en cuenta la clase a que pertenecen; c) necesidades específicas de cada alumno. La eficacia del profesor depende, en gran medida, de su capacidad para discernir estas necesidades y orientar su curso de acuerdo con ellas.

Las necesidades de los alumnos varían también con su edad, sexo, madurez, experiencia anterior y muchos otros factores. Además, se modifican, como es de suponer, durante el año lectivo. Los propósitos como las necesidades tienen que ser, por lo tanto, revalorizados constantemente. La práctica lleva al profesor a realizar esta tarea casi inconscientemente. Percibe cuando es innecesario insistir en ciertos temas y pasa a trabajar más intensamente en otra dirección. Por ejemplo, puede suceder que al comienzo del curso sea imposible entrenar convenientemente a los alumnos en el trabajo científico en cooperación, porque no son capaces todavía de discutir desapasionadamente un problema. En este caso, la necesidad de adoptar una actitud imparcial tiene prioridad sobre la de desarrollar la habilidad de emitir hipótesis plausibles para solucionar un problema. Pero, después de algunas discusiones bien orientadas, la primera necesidad queda satisfecha y el orden de prioridades se invierte.

Es difícil tratar de todo esto sin dar la impresión de que el asunto es puramente teórico y académico, producto de una generalización excesiva. En efecto, aquí tenemos que hablar de "los alumnos" como entes, mientras que el profesor se enfrenta concretamente con Juanito, Rosario y otros adolescentes de carne y hueso, contradictorios y llenos de problemas.

Si el maestro consigue actuar de acuerdo con la convicción de que su tarea es educarlos y no la de "explicar su materia"; si percibe sus deficiencias y tiene el deseo de ayudarlos, orientará el curso basándose en las necesidades reales de los alumnos que es la única manera de cumplir su misión debidamente.

# 3

*Pasaron tres meses.*

*A las once de la noche, el Licenciado Fernández estaba profundamente desalentado; un año más perdido. Pasó el domingo corrigiendo pruebas: centenares de caricaturas de sus propias ideas, monstruosamente deformadas, que se le lanzaban al rostro como una burla.*

*¿Qué sucedía con los jóvenes? Sus clases iban siempre bien preparadas y expuestas con claridad. Sin embargo, el día del examen, escribían como si fueran demonios jugueteando, interesados únicamente en ridiculizar a su maestro. El profesor sabía que, como en los otros años, la sensación de fracaso le envenenaría las vacaciones.*

*El sábado siguiente se celebró el baile de graduación. El Licenciado Fernández, vestido de etiqueta, conversaba en un rincón del salón con un grupo de estudiantes. El asunto era general y variado: futbol, política, carreras a seguir, profesiones. Poco a poco, se fue dando cuenta de un hecho curioso. Uno de los estudiantes, Rafael, fascinaba a su pequeño auditorio por la manera como entremezclaba observaciones chistosas con opiniones seguras, justificadas con lógica y claridad. Pues bien, Rafael había sido uno de los peores alumnos de biología y el Licenciado Fernández siempre lo había juzgado falto de interés y decididamente corto de ideas. Ahora debía reconocer que se había equivocado: Rafael era un joven brillante.*

*"¡Quién sabe!", pensó el Licenciado Fernández "apenas conocemos una parte --la peor-- de nuestros alumnos, esto es, al estudiante, pero no al adolescente. Cada estudiante es dos personas que vive dos vidas: la vida de las clases, de los deberes escolares, de las pruebas y de las notas y la vida de la casa, de las diversiones, de los contactos sociales: la vida de la vida".*



## DEFORMACIÓN DE CONCEPTOS

En el método tradicional de enseñanza de la biología lo más importante son las clases expositivas que abarcan uno por uno todos los puntos del programa. Muchas veces se organizan trabajos prácticos, pero apenas como medio auxiliar de ilustrar lo que fue expuesto en las clases teóricas. Para todos los efectos, se considera la enseñanza como un proceso que promueve la transmisión de los conocimientos existentes en la mente del profesor a la mente de los alumnos y se admite que el vehículo más eficaz para esta transmisión es la palabra oral. Por eso, como parte principal del curso, el maestro explica a los alumnos, clase tras clase, cómo es y cómo funciona el cuerpo de los seres vivos.

Las nociones adquiridas por el alumno a través de la palabra del maestro tienden, sin embargo, a desaparecer muy pronto, sin dejar

vestigios apreciables. Para atenuar este inconveniente se hacen tests frecuentes y se les amenaza con suspenderles. El sistema descarga así la responsabilidad sobre los estudiantes, que utilizan el único recurso a su alcance: tomar apuntes de lo que dice el profesor y estudiar del cuaderno en la víspera del examen.

El profesor sabe también que las ideas se le escapan de la mente con frecuencia. Se habitúa por eso a consultar libros y sus propios cuadernos de apuntes antes de dar las clases a fin de repasar los aspectos más menudos del tema y organizarlo en una secuencia que haga la exposición fácil y natural.

## El Ciclo de Deformación del Conocimiento

Se establece así el ciclo de transferencia de la información, típico de la enseñanza tradicional, que comienza cuando el profesor prepara su clase y se completa cuando él juzga los exámenes de los alumnos. La primera etapa del ciclo marcha bien, pues la mayoría de los profesores comprenden los libros que consultan y son expertos en el arte de exponer los conocimientos que poseen.

La segunda fase del ciclo consiste en el paso al cuaderno de apuntes, durante la clase, de lo que el profesor expone. Y en esto tiene lugar una degradación drástica de lo explicado, por cuanto el profesor se mueve en un plano intelectivo, no sólo de persona adulta sino también especializada en la materia que enseña, por el doble efecto del estudio y preparación de sus clases y de la labor docente repetida. Y así resulta que lo que a él le parece fácil está lejos de serlo para quienes le oyen. Aun así los oyentes absorberían bastante de lo expuesto si pudiesen prestarle una atención concentrada y continua. Sin embargo, si lo hiciesen se encontrarían desarmados llegado el momento del repaso para los exámenes. Para evitar esto la clase se dedica, antes que a asimilar de inmediato el contenido expuesto por el profesor, a compilar material de consulta a que recurrir llegado el aprieto del examen.



En el transcurso de semanas las anotaciones se amontonan, sin que el alumno tenga tiempo o incentivo para aclararlas. La víspera del examen tiene lugar la tercera etapa del ciclo: trasladar lo que está en el cuaderno a la memoria del alumno. Sólo entonces se da éste cuenta de que sus apuntes son incompletos e incluso incomprensibles. Pero no hay tiempo para nada más. Hasta el último momento, paseándose de un lado para el otro por el corredor de la escuela, lee sus resúmenes, tratando de entenderlos y aprendiéndose de memoria lo que no comprende.

La cuarta etapa del ciclo es el trasladar al ejercicio escrito lo que se le quedó en la memoria. Suele ser un rompecabezas al que le faltan muchas piezas. Expresando nociones asociadas a términos técnicos con sentido dudoso, el estudiante batalla por construir respuestas aceptables. Los mejor dotados lo consiguen, pero muchos fracasan.

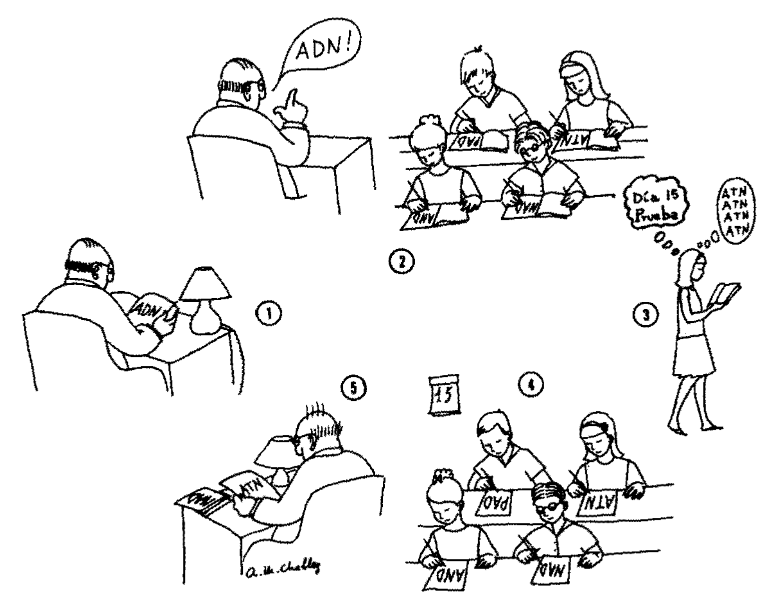
Cualquier profesor sensible sufre al corregir esos trabajos. En esta última etapa del ciclo el maestro compara la fascinante información

científica, que recogió de los libros y expuso tan bien en sus clases, con las frases inconexas que se repiten a lo largo del montón de cuadernillos de prueba. Se siente fracasado y es natural que se pregunte: ¿Fue para eso para lo que preparé mis clases con tanto cuidado? Los alumnos no merecen su esfuerzo. No quieren estudiar, no se interesan. Sólo comprenden el lenguaje de las notas bajas y de los suspensos en masa. La verdad es que los alumnos son adolescentes completamente normales. Lo que está equivocado es el sistema.

## Empobrecimiento Insensible de la Información

Acabamos de ver cómo lo dicho por el profesor se empobrece en su paso al cuaderno de notas del alumno cuando se adopta el método tradicional de enseñanza. Pero, dicho contenido desciende también de categoría de una manera más sutil, tanto que pasa fácilmente desapercibida, y se debe a la ilusión de pensar que las palabras evocan las mismas ideas en el profesor y el alumno. Pongamos, por ejemplo, el caso del profesor que inicia su curso de citología diciendo: "La célula es la unidad morfológica, fisiológica y bioquímica del cuerpo humano". Aun suponiendo que los alumnos sepan perfectamente el significado de






cada una de esas palabras captarán la frase de manera muy diferente de cómo se quería transmitir. Es fácil comprender porqué. El profesor, a través de los años, ha observado al microscopio células de los más diversos tipos, desde las que forman los vasos en espiral del pecíolo de la calabaza hasta las neuronas de Purkinje del cerebelo de un conejo. Para él, una espora de hongo es una célula, tanto como lo es un huevo de avestruz. Acompañó el movimiento de los granos de clorofila al ser arrastrados por la ciclosis a lo largo de los puentes citoplasmáticos de las células de *Elodea* y halló que la luz más fuerte intensifica dicho movimiento; pudo ver, en una película sacada a través del microscopio de contraste de fase, células que se dividían por mitosis;

comprobó experimentalmente que las células que contienen cloroplastos sintetizan almidón al ser iluminadas y que, al hacerlo, desprenden oxígeno. En fin, para él, célula es un concepto lleno de significación: es el denominador común de toda su experiencia de biólogo. ¿Y el alumno? También *sabe* lo que son células: son las partes microscópicas que forman nuestro cuerpo. La palabra le evoca los ladrillos de una pared o las celdas de un panal de abejas. Su concepto de célula, bastante acertado pero poco claro y muy esquemático, es pues distinto del concepto de célula del profesor.* Situación análoga ocurre con respecto a las palabras *unidad morfológica, fisiológica* y *bioquímica.* Las imágenes mentales que la frase del profesor evoca en el alumno son al concepto original como la sombra proyectada en la arena por la Piedra de Roseta es a las inscripciones que descifró Champollion.

Al anotar el alumno en su cuaderno de apuntes una frase incompleta, la deformación de lo explicado por el profesor se revela en la frase sin nexo que aparece subsiguientemente en el ejercicio escrito. Pero la degradación de las ideas que resulta de los cambios de significación engaña a todos. Veamos. El profesor dice la frase lapidaria comentada anteriormente, que el alumno *entiende,* aunque a su modo. En el día del examen escribe una frase igual o semejante que el profesor lee con placer porque al leerla la entiende, a su vez, a *su* modo, y concluye que el alumno tiene un buen concepto de la célula, casi igual al suyo.



Usando el método tradicional, el profesor habla ininterrumpidamente a lo largo del año. Utiliza palabras tales como proteínas, ribosomas, *amphioxus,* espina dorsal y simbiosis. Los alumnos llegan a familiarizarse con esos términos, pero lo que realmente significan es para ellos un misterio. Fórmase así un mundo de conceptos biológicos en la mente del estudiante paralelo al mundo de conceptos del profesor: pero nadie sabe qué profundas diferencias hay detrás de la identidad de esos términos.

La única manera de atenuar este desnivel será la de procurar que los alumnos construyan sus conceptos sobre la base de hechos observados y no de palabras.

## EMPOBRECIMIENTO DE LA MENTE

La enseñanza tradicional no es sólo ineficaz: es nociva. La explicación científica se lleva a cabo con una pérdida enorme de significado, tal como hemos visto. Además, la rutina que impone al alumno escuchar lo que dice el profesor, tomar apuntes y estudiarlos para los exámenes deforma su mente y destruye su interés por la ciencia.

---

* Para apreciar el concepto de célula que posee un investigador véase el artículo de Carl P. Swanson, "La Célula", en la revista "La Educación" 27-28, año VII, 1962, páginas 32-44, que publica el Departamento de Asuntos Educativos de la Secretaría General de la OEA, Washington, D. C. El número citado se dedica totalmente a la enseñanza de la biología.

En el cuadro siguiente se enumeran algunas deformaciones y malos hábitos mentales que el sistema tradicional produce en los alumnos.

Cuadro 1. Defectos del Método Tradicional en la Enseñanza de la Biología

| Aspectos del método tradicional | Deformaciones a que conduce |
|---|---|
| a. Se obliga a los alumnos a estudiar una asignatura que no entienden bien, so pena de una calificación baja. No se les ofrece ocasiones de estudiar o de discutir con el profesor los problemas biológicos que realmente les interesan. | a. Estudiar es un sacrificio; es una especie de impuesto que debemos pagar para obtener prestigio y un buen puesto en la sociedad. |
| b. La enseñanza tradicional es oral, memorística, fragmentaria. Valora demasiado términos técnicos y definiciones. Exagera los aspectos descriptivos y taxonómicos en detrimento de los funcionales. No presenta la ciencia como un proceso de descubrimiento sino como un acervo de datos. | b. La biología se reduce a un conjunto de definiciones y términos técnicos, clasificaciones y descripciones de las distintas partes de las plantas y de los animales. A pesar de que esas cosas parecen inútiles y fastidiosas, el alumno tiene que estudiarlas porque el profesor dice que son importantes e insiste en que se estudien. |
| c. Los alumnos no descubren nada; toda la información les llega del profesor. | c. La verdad científica es una especie de revelación, como la verdad religiosa. Los profetas son los biólogos que dicen cómo son las cosas; los misioneros son los profesores que la repiten. |
| | Malos hábitos |
| d. El alumno nunca tiene tiempo para pensar. No tiene tiempo durante las clases porque el profesor está hablando siempre. No tiene tiempo cuando estudia, porque el examen tendrá lugar el día siguiente y la asignatura es muy larga. | d. Aceptar sin pensar o criticar las afirmaciones del profesor, como verdades a medias (ideas inertes); olvidarlas cuando ya no son indispensables para pasar de año. |
| e. La enseñanza se presenta fuera del contexto de la vida cotidiana de modo abstracto, académico, frío e impersonal. El alumno no tiene oportunidad de asimilarla a su propia experiencia vital o intelectual y la almacena como un cuerpo extraño. | e. No usar lo aprendido en la escuela para formar su concepto sobre la vida; el que se forma de modo precario a base de las lecturas de diarios y revistas y la influencia de personas mal informadas. |
| f. La enseñanza tradicional es dogmática y no da oportunidad al | f. No examinar objetivamente los problemas de la vida personal pe- |

| | |
|---|---|
| alumno de ejercitarse en el método científico de abordar problemas. | sando los pros y los contras con imparcialidad y autocrítica, sino encararlos de acuerdo con la intuición, impulso emotivo, prejuicios o tradición. No pensar tampoco por uno mismo los problemas científicos, sino adoptar las soluciones propuestas por el profesor. |
| g. El alumno sólo tiene oportunidad de expresarse en los exámenes, y ahí nada puede decir que sea verdaderamente suyo; se limita a repetir lo que está en el cuaderno de apuntes, lo que, desde luego, aprendió del profesor. En los ejercicios escritos hay poco tiempo y es necesario escribir mucho para impresionar al profesor. | g. Expresar ideas memorizadas con imprecisión, incorrección y prolijidad. Escribir de cualquier modo para llenar las páginas, incluyendo en ellas el máximo de definiciones y de términos técnicos, aunque no se hayan comprendido bien. |
| h. El método tradicional mata la curiosidad y el interés por las cosas de la naturaleza. | h. Evitar leer, discutir o pensar sobre cosas de ciencia, pues la ciencia es terriblemente enojosa. |



Los defectos señalados en el Cuadro 1 no son superficialidades que perjudican apenas la formación académica sino que penetran profundamente en la personalidad de los adolescentes y son causa importante de sus conflictos con la sociedad y de su perplejidad ante sus propios impulsos.

Se comprende, entonces, cómo los adolescentes que adquirieron los malos hábitos mentales mencionados en el Cuadro 1 se desencantan fácilmente de las actividades intelectuales y se entregan, por falta de capacidad de análisis y de espíritu crítico, a un estilo de vida puramente sensorial y sin rumbo; o siguen a líderes que tampoco se comprenden a sí mismos, forman parte de pandillas incontroladas hasta llegar a caer en la delincuencia.

Por suerte, el método tradicional de enseñanza es poco eficaz hasta en sus aspectos nocivos, de modo que muchos estudiantes consiguen preservar sus cualidades mentales fundamentales a pesar de la influencia perniciosa de la escuela. Tampoco salen estos ilesos, pues tienen que incluir en sus mecanismos de defensa actitudes poco recomendables. He aquí un ejemplo de tales actitudes.

Son corrientes las trampas, y los profesores optimistas las aceptan como pecaditos tolerables en los jóvenes; algo parecido a robar frutas en el cercado del vecino. Sin embargo, los pesimistas consideran las trampas como un signo de la naturaleza intrínsecamente inmoral del adolescente. En verdad, el alumno copia, al principio, para defenderse contra la agresión de los malos métodos de enseñanza y después lo hace por hábito. Esta transigencia con sus propias debili-

dades a que se acostumbra el estudiante ¿no le acompañará en su vida de adulto e influirá en ella? Con la renovación de los métodos pedagógicos se atenúa mucho, o desaparece del todo, el problema de la trampa estudiantil.

## Aprendizaje e Ideas Inertes

Los hechos y principios científicos que aprendemos tienen las siguientes funciones:

a. Nos permiten actuar convenientemente en situaciones concretas de la vida. Por ejemplo, el conocimiento de que las moscas pueden transmitir enfermedades nos lleva a exterminarlas.

b. Nos producen satisfacción intelectual al ayudarnos a comprender el universo, o contribuyen hacia nuestra filosofía de la vida, aun cuando no le veamos aplicaciones prácticas. Por ejemplo, saber que en la tierra hubo dinosauros no tiene valor práctico, pero satisface nuestra curiosidad y nos hace comprender que las especies pueden extinguirse, lo que ensancha el significado de nuestra propia especie.

Todos los hechos y principios científicos sirven a una de estas finalidades o a ambas, a condición de que se aprendan en tal forma que modifiquen nuestro comportamiento físico o mental en situaciones de la vida corriente. Ahora bien, es común que los estudiantes aprendan hasta el punto de poder contestar correctamente a las preguntas que se hacen en los exámenes; pero, con mucha frecuencia, son incapaces de utilizar tal conocimiento en la vida real. Por ejemplo, un alumno puede leer en su libro de texto que las moscas transmiten enfermedades y memorizar esta noción y, sin embargo, permitir que se posen sobre sus alimentos.



Hay, pues, que distinguir entre un *aprendizaje falso* y un *aprendizaje real*. El primero consiste en el acopio de ideas inertes que son albergadas en la mente, pero no son utilizadas, puestas a prueba o relacionadas con otras ideas. Es un aprendizaje que sólo modifica nuestro comportamiento en las clases, pero no influye en la vida corriente. Es inútil, porque no funciona cuando es realmente necesario, y es nocivo porque con frecuencia es tomado como enseñanza legítima. El aprendizaje real, por el contrario, consiste en enriquecer el acervo de nuestros conocimientos funcionales y nos hace competentes en la vida.



Ingenuamente imaginamos que la mejor manera de enseñar es decirle a los alumnos cómo son las cosas. De aquí el uso abusivo de las clases expositivas. Los profesores de biología saben que la miosina que un alumno ingiere cuando come un filete no se incorpora directamente a sus músculos, sino que antes es digerida y se descompone en aminoácidos que la célula utiliza en la elaboración de su propia miosina. También, en el ámbito mental, para que haya asimilación debe haber digestión previa. La información tiene que ser utilizada y metabolizada por el propio alumno para que se incorpore a su patrimonio cultural.

Lo que suministramos a los estudiantes cuando les decimos cómo son las cosas suelen ser ideas inertes. No siempre percibimos esto porque en los resultados de los exámenes es difícil distinguir entre ideas inertes y conceptos funcionales. En cambio, un bagaje de ideas inertes se pone en evidencia cuando los alumnos se enfrentan con situaciones nuevas: resultan entonces incapaces de hacer uso de lo que "aprendieron". Es por esto que siempre se quedan "sin base"; es decir, no saben utilizar en cursos subsiguientes lo que aprendieron con anterioridad.

**Un Experimento de Metodología**

Un profesor se tomó la molestia en cierta ocasión de observar lo que comían, en el comedor de la escuela, los alumnos que habían asistido a su curso, de tipo expositivo tradicional, sobre raciones alimenticias bien equilibradas. Esos alumnos continuaban eligiendo los mismos alimentos que comían antes del curso. Entonces el profesor decidió probar con alumnos de otro grupo enseñándoles las mismas nociones, pero por el método activo. Entusiasmó a los alumnos para que ellos mismos estudiasen los hábitos nutritivos de sus colegas. Cuando el asunto estaba en marcha, los alumnos se mostraron sumamente interesados por saber si estos hábitos alimenticios que habían observado en el comedor eran los más aconsejables. El profesor se limitó a indicarles libros que trataban del asunto, de modo que los propios alumnos pudieran hacer una comparación entre los datos obtenidos y lo que aconsejan los especialistas. En el informe final los discípulos presentaron sus conclusiones mostrando cuáles eran los hábitos alimenticios de sus colegas. Sin que lo supieran los estudiantes, el profesor tenía anotado el tipo de alimentos que ellos elegían antes y después de llevar a cabo el ensayo. Resultó que estos jóvenes, al revés que los primeros, mejoraron sus hábitos alimenticios, a pesar de que el profesor nunca les aconsejó directamente que lo hiciesen.



**Cuadro 2. Características de la Actividad de los Estudiantes en el Experimento de Metodología Referente a la Alimentación**

| Método Tradicional | Método Renovado |
|---|---|
| a. La enseñanza del asunto fue *abstracta*, de modo que las dietas de las que hablaba el profesor no | a. La iniciación del trabajo (observar lo que comían sus colegas) fue una tarea de tipo *práctico* y, |

| | |
|---|---|
| llegaron al plato que el estudiante tenía enfrente de sí a la hora del almuerzo. | por eso mismo, los alumnos la realizaron como una actividad de la vida real. |
| b. Los alumnos no se interesaron por el asunto, puesto que no llegaron a sentir que fuese "su" problema. | b. El proyecto consistía en descubrir algo y por eso despertó interés: los alumnos fueron impulsados emotivamente a resolver esta cuestión. |
| c. Las nociones expuestas por el profesor fueron recibidas por los alumnos pasivamente, permaneciendo como *ideas muertas*, para ser repetidas en el examen pero no aplicadas en la vida real. | c. Las nociones que los alumnos adquirieron en los libros los indujeron a la acción por tener una función indispensable en la solución de la cuestión que les interesaba. Así, las nociones adquiridas fueron funcionales durante el *propio proceso de aprendizaje* y, por eso, se unieron al acervo del saber que orienta nuestra acción en cada momento de la vida. |
| d. Los alumnos no modificaron sus hábitos nutritivos, a pesar de los consejos del profesor. | d. Las nociones aprendidas han contribuido a mejorar los hábitos de los alumnos, a pesar de no haber recibido indicaciones del profesor al respecto. |



Esta investigación indica claramente cuáles son los recursos metodológicos capaces de producir un aprendizaje real y cuáles los que sólo llevan a acumular en la memoria de los alumnos nociones inútiles (Cuadro 2). Ella indica que se obtiene aprendizaje de mejor calidad cuando:

a. los hechos y principios se adquieren como parte de la tarea de resolver problemas;

b. las situaciones que se presentan para el aprendizaje están relacionadas lo más estrechamente posible con situaciones de la vida común;

c. la faceta intelectiva del aprendizaje es complementada por una faceta emotiva.

## Formación e Información

Vimos ya cómo las clases expositivas fracasan en su propósito de transmitir información que realmente se incorpore a la cultura funcional del estudiante. Esto se debe a que tanto en la vida profesional como fuera de ella, el conocimiento se asimila sólo cuando se aplica. Por consiguiente, es esencial dar amplia oportunidad a los alumnos a que ejerciten su capacidad de utilizarlo. En la lúcida definición de Whitehead, educación "es la adquisición del arte de utilizar el conocimiento".

En el experimento anterior, por ejemplo, se observó que los alumnos que siguieron un curso tradicional sobre higiene alimenticia obtuvieron buenas notas en el examen, pero estos conocimientos no les sirvieron para mejorar su propia dieta, sin duda porque durante el curso no se les dio oportunidad de poner en práctica lo aprendido.

Los cursos tradicionales no desarrollan, en el trato de la problemática científica, los atributos que distinguen el hombre eficiente del inoperante: curiosidad, imaginación fértil aunque controlada, rica asociación de ideas, objetividad, sentido de proporción y de valor, autocrítica, poder de análisis, precisión, en fin, las cualidades inherentes al llamado "espíritu científico". Estas cualidades, tan útiles en el investigador, como en el hombre común, dan una clara superioridad al que las posee para encarar problemas de investigación y de la vida diaria. El objetivo principal de los cursos secundarios de ciencia debe ser, pues, desarrollar estos atributos que permiten la aplicación efectiva del conocimiento. En contraste, las clases tradicionales descuidan por completo ese objetivo: se pretende dar información, pero no se da formación.

## LAS ACTIVIDADES PRÁCTICAS

Otro vicio de las clases tradicionales de ciencias es que el profesor se interpone entre la naturaleza y el alumno en su afán de servir de intérprete, y sólo consigue actuar como barrera, ocultando o deformando la realidad.



En efecto, describa con palabras un objeto desconocido para el alumno --digamos un protalo de helecho-- y pídale que lo busque en un muro viejo donde crezca en abundancia. Por buena que haya sido la descripción, difícilmente tendrá éxito el alumno. Muéstrele ahora un protalo, la sorpresa se pintará en su fisonomía (¡la descripción produjo en su mente apenas una caricatura de la realidad!). Es sólo después de ver un protalo, que el alumno será capaz de encontrar varios en su habitat natural. Reconocemos a primera vista un amigo en la multitud, pero no es tan fácil identificar un desconocido guiándonos por la mejor de las descripciones.

Si, cuando se trata del simple aspecto de las cosas, las descripciones no consiguen transmitir una imagen adecuada, ¡qué decir de las descripciones de fenómenos, en que justamente lo más característico es el matiz, la intensidad, lo transitorio!

Nuestros cursos de ciencias son terriblemente pobres en actividades prácticas. No se aprende ciencia oyendo discursos, ni hojeando cuadernos de notas; se aprende lidiando de primera mano con los fenómenos.

### Una Mente para la Escuela y Una para la Vida

Los niños son adaptables. Sometidos a una metodología errada, consiguen, con admirable sentido práctico, organizarse para sacar provecho de aquello que básicamente se les exige.

Para probar los exámenes, ¿es necesario exponer ideas inertes? El niño encuentra medio de retenerlas. Pero todo lo que memoriza queda aislado en un rincón de su mente, sin contaminarla, como un quiste a ser expulsado en la primera oportunidad. Cada alumno tiene así una mente que usa en la escuela y otra que usa en la vida.

Es indispensable en el verdadero aprendizaje envolver la personalidad genuina del alumno en la actividad escolar. Para eso es necesario que piense y actúe dentro del contexto ligado a su vida cotidiana. Las clases tradicionales no consiguen hacerlo. Lo que ofrecen es un mundo de conceptos que, desde el punto de vista del alumno que no participó en su estructuración, son irreales o irrelevantes.

## UN EJEMPLO CONCRETO

Vamos a comparar los dos métodos mediante un ejemplo.

Método tradicional. El profesor va a explicar la circulación. Cuelga en la pared una lámina a colores con el esquema del corazón y los grandes vasos, y dice:

- "El corazón se contrae y se dilata alternativamente. La contracción se llama sístole y la dilatación, diástole. Cuando los ventrículos se contraen impulsan la sangre por la arteria aorta --que ustedes ven aquí-- y por la arteria pulmonar. La sangre del ventrículo izquierdo pasa por la arteria aorta y se distribuye por todo el cuerpo. La sangre del ventrículo derecho va por la arteria pulmonar a los pulmones. La sangre que llega a los pulmones se llama sangre venosa porque está saturada de anhídrido carbónico y desprovista de gran parte de oxígeno. La sangre que va a los tejidos es sangre arterial rica en oxígeno. En los tejidos, el oxígeno de la sangre arterial penetra en las células y ahí permite la combustión de alimentos, proceso que libera energía y deja como producto residual anhídrido carbónico, que debe eliminarse. La sangre que transporta el anhídrido carbónico proveniente de las células circula por las venas, cada vez mayores, y retorna al corazón por la vena cava --que ustedes ven aquí en la lámina. La vena cava entra en la aurícula derecha, trayendo la sangre venosa y ésta pasa de la aurícula al ventrículo derecho, cerrando así el gran círculo o circulación mayor. De ahí la sangre es impulsada por el ventrículo derecho (durante la sístole) a los pulmones, donde se satura de oxígeno. En los capilares de los alvéolos pulmonares, el anhídrido carbónico escapa al aire y el oxígeno del aire entra a la sangre. Cuando la sangre vuelve de nuevo al corazón por las venas pulmonares y entra en la aurícula izquierda, es sangre arterial, rica en oxígeno, y así concluye el pequeño círculo o circulación pulmonar".

Mientras el profesor explica la circulación, los alumnos toman notas. Muchos no saben lo que son capilares, otros no entienden porqué la sangre arterial corre por las venas pulmonares, y así sucesivamente; pero no hay oportunidad de preguntar porque el profesor habla sin parar.

Dos semanas después, el estudiante toma sus notas sobre la circulación a fin de estudiar para la prueba. No entiende casi nada. Muchas cosas que, en el momento de la clase, parecían claras, ya no tienen más sentido.

La solución es grabar en la mente las palabras claves; capilares, sangre arterial, combustión de alimentos, diástole. Durante el examen el alumno se defiende como puede, copiando un poco del compañero, escribiendo frases ambiguas, que esconden su ignorancia del tema, y lanzando términos técnicos al azar. Citemos un ejemplo concreto: es probable que casi ningún estudiante entendió lo que ellos mismos escribieron en el examen: "el oxígeno permite la combustión de los alimentos en las células y de ahí resulta la producción de anhídrido carbónico". Fue una frase memorizada de lo que dijo el profesor. Puede ser que un alumno escriba "el oxígeno permite la combustión de las células". El profesor califica con cero al alumno y se espanta de su ignorancia, pero a la mayoría de los que escribieron que el oxígeno permite la combustión de los alimentos les da 10, aunque estos tampoco entendieron el fenómeno de la respiración celular. Puede ser que algunos de los alumnos más brillantes aprovecharon la clase expositiva del profesor y realmente aprendieron alguna cosa sobre la circulación, pero la mayoría no.

Curso renovado. El profesor llega a la clase, y dice:

- "Hoy día vamos a jugar al médico. Cada uno de ustedes va a tomar el pulso de su compañero."

Durante diez minutos el profesor pasa entre los pupitres, enseñando a los alumnos cómo tomar el pulso. Realizado esto, dice:



- "Voy ahora a marcar un minuto en mi reloj y ustedes contarán cuántas veces el pulso late durante ese minuto. Atención, ¡empecemos!"

Los alumnos cuentan las pulsaciones, pero muchos de ellos pierden la cuenta. El profesor repite el experimento hasta que la mayoría acierta y pide a los alumnos que anoten el número de pulsaciones. Se dirige entonces al pizarrón y hace un gráfico con una curva de frecuencia del número de pulsaciones. La discusión de esta curva muestra que el número de pulsaciones varía de niño en niño, si bien el número más usual es entre 80 y 90. Sin embargo, algunos alumnos contaron muchas menos o muchas más pulsaciones y entonces surge la duda: ¿habrán contado correctamente? El profesor hace que otros alumnos tomen el pulso de los alumnos que tuvieron un número de pulsaciones muy bajo o muy alto, y finalmente, se concluye que si bien algunos de esos resultados estaban errados, cada alumno tiene en realidad un número de pulsaciones muy distinto al de la mayoría. Los alumnos comprenden que una persona difiere de otra en cuanto a muchos caracteres, incluso en la frecuencia del pulso, y que estas variaciones individuales significan enfermedad cuando están acompañadas de otros síntomas.

A continuación el profesor pide a los alumnos que se paren sobre sus asientos y suban y bajen 10 veces seguidas; y de inmediato se tomen el pulso. Otra curva de frecuencia es trazada sobre el pizarrón y analizada en comparación con la primera. Los alumnos deben descubrir porqué la media se desvía hacia la derecha en la segunda curva. Después de discutir el asunto, el profesor hace que los alumnos aprendan

a auscultar el corazón de sus compañeros, y finalmente, cuenten los latidos cardíacos mientras cuentan las pulsaciones. Termina la clase con una discusión sobre la causa de los latidos del pulso y la de los latidos cardíacos y la importancia de su regularización. Los alumnos comprenden cómo la onda de sangre que sale del corazón golpea las paredes de las arterias y discuten el significado de la presión arterial máxima y mínima. El interés de los alumnos en este tipo de clase es enorme. No hubo "enseñanza teórica de la materia", pero los alumnos:

a. se adiestraron en técnicas (tomar el pulso, auscultar el corazón) que exigen habilidad, persistencia y capacidad de discriminación;

b. establecieron una relación de causa y efecto: al variar la causa, varía el efecto (tanto los latidos cardíacos, como las pulsaciones aumentaron con el ejercicio);

c. relacionaron los hechos observados (el número de latidos cardíacos es igual al número de pulsaciones, por tanto debe haber una relación causal entre ambos);

d. interpretaron gráficos (curva de frecuencia de las pulsaciones);

e. discutieron los pros y los contras hasta llegar a una conclusión válida (discusión con los compañeros y el profesor sobre el significado de las pulsaciones, presión arterial, etc.).

Partiendo de una base experimental como ésta, es posible en la clase siguiente discutir aspectos que no pueden ser comprobados por la vía experimental. Por ejemplo, no es posible mostrar que la sangre arterial sale del corazón por la aorta, pero es fácil para los alumnos aceptarlo como un hecho después de verificar que la sangre pasa por la arteria del pulso. Tampoco se puede demostrar la entrada de la sangre en la aurícula derecha, no obstante es fácil comprenderlo, después que los alumnos observan que la sangre circula centrípetamente en las venas del brazo.



La gran ventaja de este método sobre el método tradicional consiste en que hasta las nociones abstractas, carentes de fundamento experimental directo, pueden aprenderse con mucho más facilidad al establecerse y entenderse su relación con otras.

# 4

*Una idea obsesionaba a Ignacio Fernández a raíz del fracaso de sus alumnos en las pruebas finales. "Si mi misión es enseñar y mis alumnos no aprenden --raciocinaba-- ¡entonces no sé enseñar!". Como resultado de esta certidumbre, trataba de descubrir, no sólo sus errores, sino también la manera de corregirlos.*

*El asunto lo atormentaba más de la cuenta y en busca de solución decidió estudiar pedagogía, durante las vacaciones, en la biblioteca de la Dirección del Departamento de Educación.*

*Puso en práctica su plan y, mientras a lo largo de las semanas devoraba libros y revistas, charlaba, en sus momentos de descanso, con Eliana, la secretaria del Director del Departamento. Al poco tiempo, se acostumbró a decirle cada mañana qué problemas iba a intentar resolver aquel día y, al final de la jornada, la solución que él mismo se había propuesto.*

*Eliana escuchaba más de lo que hablaba, pero un día salió con lo siguiente:*

*-"Ignacio, usted es un teorizante ambicioso. Sólo piensa en un curso perfecto e irrealizable. ¿Por qué no analiza las dificultades por separado y trata de adoptar medidas concretas que puedan mejorar su curso, sin aspirar por el momento a revolucionar la enseñanza? Quizás la adopción de tales medidas sienten las pautas de futuras innovaciones."*



## LA NUEVA ECOLOGÍA ESCOLAR

Las bases teóricas de los cursos actuales pueden enunciarse así:

a. Las ciencias se deben enseñar no meramente para que los alumnos estén en condiciones de saber cómo son las cosas (fin informativo), sino también para que aprendan a pensar con tino, a buscar referencias por sí mismos cuando las necesiten y a usar su saber para resolver los problemas de su vida individual y profesional (fines formativos).

b. La manera más eficaz de alcanzar tanto los fines formativos como los informativos es confrontar a los alumnos con los problemas que de veras les interesen y hacer que participen en la resolución de los mismos de manera activa y bajo una buena dirección.

Un curso que realmente se guíe por los dos puntos mencionados será la antítesis del curso tradicional. Las relaciones de los alumnos con el profesor y con los demás agentes del aprendizaje --a las cuales podríamos llamar de *ecología escolar*-- son preponderantemente activas y se desarrollan en torno a problemas que el grupo procura resolver consultando fuentes, pensando, discutiendo y experimentando.




Cuadro 3. Relaciones Típicas del Alumno con los Principales Agentes del Aprendizaje



| Agentes | Curso Tradicional | Curso Renovado |
|---|---|---|
| Profesor | Clase expositiva. | Discusión de problemas en clase; planificación del trabajo; análisis de resultados y conclusiones. |
| Colegas | Estudiar en grupos los apuntes para los exámenes. | Trabajo en equipos; colaboración e intercambio de ideas. |
| Cuaderno de Apuntes | Notas al pie de la letra de lo que el profesor dice en la clase. | Registro de los resultados de los experimentos, conclusiones y ejercicios. |
| Texto | Estudio para exámenes (rara vez). | Consulta con el fin de obtener los datos necesarios para la solución del problema objeto de estudio. |
| Prácticas | Como verificación de lo que ya fue explicado o como entrenamiento técnico por sí mismo. | Como experimentos para descubrir "nuevos" hechos y principios; uso de técnicas para obtener datos pertinentes al problema. |

Como muestra el Cuadro 3, la clase expositiva es sustituida por las discusiones entre los alumnos orientados por el profesor. El cuaderno les servirá para anotar el plan de sus actividades, los resultados

experimentales y las conclusiones. El texto no se estudia más, sino que se consulta cuando el alumno lo precisa. Las prácticas se planean por los alumnos, no para comprobar lo que ya saben teóricamente, sino para hallar lo que desean saber. Se aprenden técnicas para usarlas en la obtención de datos y no como un fin en sí mismo. En el Cuadro 4 se indican otras características del curso renovado.

Cuadro 4. Tendencias Opuestas en Dos Tipos de Cursos

| Curso Tradicional | Curso Renovado |
|---|---|
| Motivación artificial (pruebas, calificaciones, suspensos). | Interés natural por los problemas que se estudia. |
| Propósito informativo en grado predominante. | Predominio de los fines formativos. |
| Aprendizaje de ideas inertes. | Aprendizaje funcional. |
| Contenido ordenado según un plan formalista, pero desorganizado psicológicamente. | Asignatura en apariencia desordenada, pero psicológicamente integral. |
| Desarrollo de la facultad de aprender de memoria. | Desarrollo de la capacidad creadora. |
| Mucha disciplina externa. | Predominio de la autodisciplina. |
| Pasividad. | Actividad. |



### Dificultades en la Implantación

Muy raro será que un profesor discrepe en teoría con los dos puntos indicados al comienzo de este capítulo, pues desde hace mucho se mencionan tanto en los tratados de educación como en las clases de pedagogía. Y, sin embargo, predomina aún en todas las categorías de la enseñanza el plan tradicional. Tal es la fuerza de la rutina y la íntima resistencia del profesor a poner en vigor en sus clases lo que su mente aceptó, sí, pero de dientes afuera, sin sentirlo ni menos vivirlo.

Por otro lado, el curso renovado exige del profesor más preparación técnica y diversas cualidades personales que, aun no siendo excepcionales, deben ser cultivadas para alcanzar una expresión adecuada. El profesor necesita estar bien familiarizado con la materia para estar en condiciones de presentar problemas pertinentes y aprovechar bien las perspectivas de debatir las cuestiones que surjan de improviso. Debe dominar las técnicas experimentales y conocer bien la psicología del aprendizaje. Debe cultivar el don de mantener siempre vivo el interés de los estudiantes, de encauzar sus razonamientos y actividades por caminos fértiles y aprovechar todas las coyunturas de educarlos. Por fortuna, el profesor madura y crece rápidamente, aun cuando al

comienzo no tenga gran experiencia en estas técnicas; pero el recelo nacido de las dificultades iniciales inhibe a muchos y los mantiene atados al método tradicional.

Además de sus propias deficiencias el profesor que se decide a implantar el curso renovado tiene que hacer frente a una serie de problemas de orden práctico y esquivar la resistencia psicológica de los tradicionalistas. En el Cuadro 5 se analizan algunas de estas dificultades.

Cuadro 5. Dificultades que se Oponen a la Implantación del Curso Renovado y Manera de Evitarlas

| Dificultades | Sugestiones |
|---|---|
| Actitud tradicional del profesor. | a. Cultive su espíritu crítico ante los métodos tradicionales; examine cuidadosamente porqué fracasan.<br>b. Documéntese en libros y artículos recientes sobre enseñanza de las ciencias, evalúe tales lecturas pensando siempre en función de sus alumnos.<br>c. Tenga "audacia metodológica", es decir, no tema experimentar métodos nuevos aunque choquen con la tradición, si le parecen buenos. Renuévese siempre.<br>d. Aproveche todas las ocasiones de discutir con sus colegas. Mantenga en esas discusiones una actitud receptiva y tolerante. Trate de enriquecerse con las opiniones de los otros, después de pasarlas por el tamiz de su crítica. Exponga su opinión sin arrogancia ni dogmatismo, como una simple idea con la que se puede discrepar.<br>e. Consulte siempre la opinión de sus alumnos sobre los métodos de enseñanza en uso; pídales que justifiquen sus opiniones. Planee su curso con ellos. Sea siempre flexible y abierto a sugestiones. |
| Actitud equivocada de los alumnos. | Comience el curso con un debate sobre los métodos de enseñanza. Pregunte a los alumnos qué defectos encuentran en el método común y qué creen se puede hacer para corregirlo. Sugiera modificaciones que usted encuentra acertadas y deje que los alumnos las juzguen. Es natural que los estudiantes, sujetos por años al método tradicional, lo crean el único método posible. El plan del curso debe tener en cuenta ese debate para que los alumnos sientan que el acierto o desacierto es tanto de ellos como del profesor y, así, colaboren con buena voluntad. |

| | |
|---|---|
| Oposición de los demás profesores de la escuela. | Trate de asociar a sus colegas en la tarea de mejorar los métodos que usted preconiza. Pídales opiniones y consejos, y se sorprenderá de dos cosas: a) hasta los que juzgaba malos profesores aportarán una u otra buena idea que no se le había ocurrido; b) en vez de hacer campaña en contra suya y sus métodos le brindarán su apoyo. |
| Falta de comprensión de parte del director de la escuela. | Converse con el director sobre sus ideas y experiencias. Pídale opiniones y ayuda. Procure interesarlo en sus reformas para que las secunde con su autoridad. |
| Tener que explicar el programa oficial. | En caso de que el programa oficial sea retrógrado usted, en defensa de sus alumnos, debe hacer lo posible para que se modifique. Entretanto debe reservarse la libertad de "interpretar" el programa siempre de la manera más acertada. Por ejemplo, supóngase que el programa requiere la clasificación de las hojas con la finalidad de que los alumnos la memoricen (lo que es inútil y fastidioso). Bajo ese rubro puede usted enseñar los distintos tipos ecológicos y fisiológicos de hojas, mostrándole a sus discípulos hojas carnosas de crasuláceas, hojas transformadas en espinas, hojas de plantas de sombra y sol, brácteas, filodios, etc., y discutir el sentido de esas adaptaciones. Cuando no haya otra solución (por ejemplo, porque los exámenes fueron preparados por otras personas) debe explicárseles, además, la clasificación morfológica de las hojas. |
| Instalaciones deficientes. | Esta dificultad no es insalvable, pues en cualquier aula se puede poner una pequeña mesa-laboratorio donde se hagan los experimentos. Por supuesto debe solicitarse una habitación o un armario con llave para guardar el microscopio y otros instrumentos mientras que no se usan. Un buen laboratorio es lo ideal; pero no es imprescindible. |
| Material deficiente. | El único instrumento caro, indispensable, es el microscopio. Si no lo hay en su escuela, consiga uno prestado, organice una rifa o alguna fiesta para comprar uno, o consiga dinero del gobierno. Todo el resto del material puede ser improvisado fácilmente, con la cooperación de los alumnos o de sus familiares. |

## CÓMO IMPLANTAR EL CURSO RENOVADO

No hay duda de que muchas veces aun el mejor de los profesores es incapaz de salvar todas las dificultades que se oponen a la implantación del curso renovado. No por eso debe permanecer estancado, ya que siempre se puede organizar un curso de transición, que es mejor que el tradicional, adoptando las innovaciones necesarias de acuerdo con las circunstancias reales de su escuela. Implantadas éstas con seguridad y buenos resultados, serán ahora posibles nuevos perfeccionamientos, pues los factores limitantes son de por sí atenuados por las innovaciones. Los cursos se perfeccionan por etapas, cada una de las cuales facilita el paso a la siguiente, tal como sucede con las diferentes fases de una sucesión ecológica, desde la asociación pionera hasta el climax.

### El Primer Paso: Valorización del Estudio en el Texto

En el curso tradicional se explica a los alumnos la materia y ellos forjan su fuente de estudio, que es el cuaderno de apuntes. Sin embargo, todo profesor sabe que el cuaderno de apuntes es incorrecto, impreciso e incompleto, a menos que el profesor hable muy despacio.

La adopción de un texto resuelve esta dificultad. Para asegurar la colaboración de los estudiantes en el aprovechamiento del texto, es conveniente que el profesor contribuya ateniéndose al mismo en los exámenes. De este modo, aunque continúe con las clases expositivas, los alumnos se benefician de dos maneras: desarrollan la capacidad de estudiar textos impresos y pueden prestar atención a las clases sin estar, al mismo tiempo, tratando de escribir todo lo que dice el profesor.

Es muy útil distribuir a los alumnos, al comenzar el año, un plan del curso donde se indique qué parte del texto debe estudiar para cada día de clase.

El argumento corriente contra la adopción de un texto es que estos suelen ser inadecuados o que sólo existen en otro idioma (nivel universitario). En tal caso, el profesor podría distribuir apuntes o resúmenes mimeografiados, aunque su redacción sea imperfecta, y carezcan de ilustraciones pertinentes. De todas maneras el libro de texto difícilmente puede ser peor que el cuaderno de apuntes del alumno; y el uso del libro en idioma extranjero tiene la ventaja de hacer que el estudiante universitario se familiarice con otro idioma.

Aunque la fuente principal de estudio sea el texto, no por ello el cuaderno de apuntes carece de función.

Debe ser usado por el alumno para anotar sus ideas, sus dudas y los resúmenes que haga de lo que estudia en el texto. Finalmente, el cuaderno servirá para registrar las ampliaciones o correcciones del texto, aunque el profesor debe procurar que sea usado en este sentido lo menos posible.

## El Segundo Paso: Reducir la Clase Expositiva

La adopción de un libro de texto permite reducir mucho la función expositiva del profesor y el tiempo de clase se puede dedicar a una labor más fecunda, como esclarecer dudas, plantear y discutir nuevos problemas relacionados con el tema y para ampliar la parte práctica. Es importante obtener que los alumnos estudien el texto cada semana y no solamente en vísperas del examen, y que lo estudien después del planteamiento de los problemas relativos al asunto, pero antes de que estos sean elucidados en la discusión.

La substitución de la clase expositiva por el estudio del texto seguido del debate permite utilizar el método de problemas. Este debate puede surgir de una experiencia ejecutada por el profesor, o por un problema teórico que él presente oralmente a sus alumnos. Estos se educarán en la técnica de discutir en conjunto problemas científicos, de emitir hipótesis, de comprobarlas por medio de razonamientos o de experimentos, de planear investigaciones, además de aprender a juzgar con espíritu crítico e imparcialidad y a expresarse con precisión y en forma concisa.



Este tipo de curso viene ya siendo ensayado con éxito en América Latina, tanto en centros secundarios como en las universidades y tal vez se generalice, pues sus requerimientos son modestos: un libro de texto adecuado y un mínimo de organización por parte del profesor. Este método se adapta a las condiciones más diversas y compensa el esfuerzo del profesor (véase el capítulo 6, La Organización del Curso).

## El Tercer Paso: El Método de Proyectos

El profesor ha de tener capacidad didáctica y preparación técnica para dar este paso decisivo: abandonar la exploración ordenada de la materia y basar su curso en una serie de proyectos que los alumnos, en pequeños grupos o equipos, desarrollan ya mediante experimentos ya buscando en libros las informaciones que necesiten para resolver los problemas que les interesen.

Sin duda es éste el curso más eficiente para lograr un aprendizaje funcional y para formar la mente del estudiante con miras a la investigación científica. Sin embargo, no se presta a la adquisición de esa gran masa de conocimientos inconexos que, desgraciadamente, se requieren hoy para ingresar a la universidad. Es así entonces que en la práctica resulta preferible usar el método de proyectos paralelamente con un plan más convencional de estudio sistemático en el texto, seguido de debates en clase.

## Un Programa Mínimo de Adopción General

No todo lo dicho en este capítulo puede ser adoptado de inmediato por todos los profesores de ciencias, porque las condiciones de cada escuela varían mucho. Lo que es rutina en unas es, en otras, conquista a ser realizada con grandes esfuerzos. Lo que sí es evidente es que nunca se puede estar del todo satisfecho con lo que se tiene y con lo que se hace. Es esencial mejorar continuamente y siempre es posible lograrlo. La enseñanza es una actividad creadora y el profesor, como el artista, no puede estancarse: si no evoluciona, retrocede. Nadie es ajeno a las limitaciones que imponen a la enseñanza condiciones materiales precarias; aun así el profesor debe ser el alma del curso. Está en sus manos sobreponerse a las dificultades a fuerza de entusiasmo, dedicación y empeño. Si se trata de diseñar un programa mínimo de perfeccionamiento metodológico de aplicación inmediata, pese a las dificultades materiales, propondríamos que todos nosotros, profesores de ciencias, concentrásemos nuestros esfuerzos en:

a. abolir las clases de exposición oral;

b. adoptar el método de problemas con la máxima participación del estudiante;

c. centrar la enseñanza alrededor de las prácticas;

d. insistir en relacionar ciencia y vida diaria.

# 5

*Hacia el final de las vacaciones, una llamada telefónica de la secretaria del Director del Departamento de Educación alteró totalmente el destino del Licenciado Fernández.*

*A un educador de gran mérito se le encargó dar un curso de vacaciones para profesores de biología y el Licenciado Fernández era uno de los dos asistentes invitados para trabajar con él.*

*Más tarde, el Licenciado Fernández descubrió que trabajar era, realmente, el término adecuado. Durante un mes no paró, noche y día, preparando material de prácticas, revisando programas, discutiendo con los treinta participantes cada etapa de las clases que debían explicar a un grupo de alumnos voluntarios.*

*Nunca el Licenciado Fernández había pensado tanto en cómo poner en práctica lo que aprendiera en teoría. En el calor de las discusiones, aprendió a criticar sus propias ideas sobre la enseñanza --y también las de los otros.*

## EL CURSO NUESTRO, DE CADA DÍA

No hay curso perfecto: todos pueden mejorarse. Por otra parte, la labor más agradable del magisterio es introducir novedades en la organización del curso y constatar sus resultados. En otras palabras, si queremos tornar nuestra labor más interesante, es necesario sondear constantemente el curso en pos de posibles perfeccionamientos. 

Plantear medios de conseguir dicho perfeccionamiento es un ejercicio agradable a nuestra inteligencia, implantar un plan de acción es un desafío a nuestra habilidad profesional.

### Cómo Atacar los Defectos del Curso

Así como la fiebre o la postración son indicio de enfermedad, la falta de disciplina o la apatía de los alumnos es señal que el curso va mal. Otro síntoma serio es el fracaso colectivo en las pruebas. Si se percibe alguna de estas señales de alarma, de inmediato hay que buscar en la organización del curso los defectos que la están provocando --con seguridad, algunos de ellos constan en la lista de defectos señalados en el Cuadro 6. Una vez identificados, tóme como guía la lista de causas del citado Cuadro 6 y determine los puntos del curso susceptibles de mejora.

Una vez que esté convencido de que ha descubierto las causas más importantes del disturbio, debe planear con cuidado la manera de verse libre de ellas. Cada caso es distinto del otro, pero, por lo general, el defecto es consecuencia de la combinación de varias causas. Es bien sabido que la mejor solución depende de las condiciones específicas de cada escuela; no obstante, en lo que sigue se dan algunas sugestiones que pudieran ser de ayuda.

Entre los factores que hacen los cursos poco eficaces, algunos son insuperables, y en este caso debe aprenderse a vivir con ellos y a neutralizar su nocividad, y otros pueden ser atenuados o eliminados.

**Cuadro 6. Señales de Alarma, Defectos Comunes a los Cursos y Causas Principales de los Defectos**

---

Señales de Alarma

1. Muchos problemas de disciplina.
2. Alumnos faltos de interés.
3. Gran número de notas bajas.

Defectos del Curso

1. Exceso de clases expositivas.
2. Escasas actividades prácticas.
3. Falta de oportunidad por parte del alumnado de pensar de manera creadora y exponer sus opiniones.
4. Abundancia de material teórico recibido con pasividad por los alumnos (ideas inertes).
5. Mala estructuración del trabajo y del estudio de los alumnos: sólo estudian en el cuaderno de notas, no consultan libros de texto ni hacen experimentos.



Causas de los Defectos

1. Número excesivo de alumnos por grupo.
2. Deficiencia de las instalaciones y del material de laboratorio.
3. Escasez de libros de texto adecuados o ignorancia de los alumnos del arte de estudiar.
4. Temas inadecuados o planteados a un nivel muy alto.
5. Falta de organización por parte del profesor del trabajo de casa de los alumnos: asigna tareas y no exige su cumplimiento.
6. Noción errada de los alumnos acerca de lo que es un buen curso.
7. Falta de apoyo por parte de los compañeros o del director.
8. Falta de tiempo del profesor (tiene a su cargo muchas clases).
9. Incompetencia profesional del profesor.
10. Falta de vocación o interés del profesor por el magisterio.

---

**1. Número excesivo de alumnos.** Sugiera al director la posibilidad de aumentar el número de grupos a fin de reducir el número de alumnos por grupo. El director se resistirá y con razón, pues en las escuelas públicas esto significa dejar niños sin cupo, y en las particulares, aumentar la mensualidad de los alumnos, disminuir el sueldo de los profesores o llevar al establecimiento a la bancarrota. Conclusión: el profesor tiene que agenciárselas para impartir un buen curso aun con exceso de alumnos.

**2. Deficiencia de las instalaciones y del material de laboratorio.** Se tratará este punto en el tema 5 del capítulo 6.

**3. Libros de texto y el arte de estudiar.** La falta de hábito de estudiar en el libro se debe a que los profesores no lo exigen (véase el tema 8, capítulo 6). Desde un comienzo hay que inculcar en los alumnos este hábito que no sólo aumentará su capacidad de aprendizaje durante el curso, sino que les servirá en años futuros en los estudios que emprendan.

Dése tiempo durante la clase para leer e interpretar el texto: un alumno lee una frase y el mismo, u otro, explica su significado. Terminado el párrafo, un alumno sintetiza, haciendo destacar entre las secundarias la idea principal. Durante este ejercicio, los alumnos irán anotando en un cuaderno las nociones que les son oscuras y las ideas suscitadas por la lectura. A la lectura e interpretación del texto debe seguir la discusión de las dudas e ideas suscitadas. Se recomienda discutir con los alumnos un texto semejante al que se presenta al final de este capítulo (Cómo Estudiar).

**4. Temas inadecuados.** Casi siempre se supervalora la capacidad de los alumnos de asimilar conocimientos y por lo general el resultado es que se abarca materia en demasía a nivel muy elevado. Es mejor abarcar pocos temas y procurar que sean bien asimilados por los alumnos. Otro error es pensar que a todos los grupos que pertenecen a un mismo grado debe enseñárseles los mismos temas. Pongamos como ejemplo un caso extremo: el de grupos de adultos. Es obvio que operarios o domésticas que estudian en la noche el primer año de secundaria no pueden interesarse en los mismos problemas que absorben la atención de niños de 11 años de edad. El programa tiene que ser reestructurado para el caso a base de temas que pueden ser útiles a adultos, como higiene general y sexual, antes de cualquier cosa. De este modo se consigue interesar a los estudiantes y se va estimulando en ellos el interés por la ciencia. Después de conquistada la curiosidad del grupo y de ejercitarlos en el arte de pensar --durante la discusión de la parte de higiene-- se puede pasar a asuntos menos prácticos sin que los alumnos se vuelvan apáticos. El problema es el mismo, aunque en menor grado, cuando se está delante de alumnos que viven en zonas rurales: siempre es necesario comenzar por relacionar la ciencia y la vida cotidiana de los alumnos para que el estudio tenga algún sentido para ellos.



**5. Organización del trabajo de los alumnos.** Muchas veces la enseñanza no rinde frutos porque el profesor en el anhelo de dar, olvida pedir cuentas al alumno del resultado de su actividad. Cuando se organiza el curso a base del estudio del texto, el profesor debe poner todo el peso de su autoridad para inducir al alumno a estudiar en casa. Para eso hay que recurrir en un comienzo al recurso artificial de las pruebas y las calificaciones. Por ejemplo, hasta que los alumnos no se convenzan que se está hablando en serio cuando se asigna una lección para ser estudiada en casa, conviene dar pruebas rápidas, una vez por semana, en el día señalado para la lección y antes de pasar a su discusión en clase. De una manera análoga, si se recalca el estudio práctico mediante experimentos hechos en casa por los alumnos, es necesario hacer presión para que en efecto se ejecuten. Error común es asignar a los alumnos un determinado experimento y nunca más hablar del asunto. Los que lo cumplieron quedan desanimados, y los que no, con

mayor razón no lo harán la próxima vez. Después de que la mayor parte de los alumnos se acostumbre a hacer sus tareas de casa, se puede atenuar la presión artificial (notas bajas), si bien durante la discusión en clase, se pondrá empeño para que los que trabajaron bien tengan la compensación de verse apreciados por sus compañeros y por el profesor. En contraste, los que no cumplieron con sus tareas, sufrirán la sanción tácita del grupo.

6. Noción errada de los alumnos acerca de lo que es un buen curso. En general el mejor indicio de que el curso está bien organizado es el aplauso de la clase. No obstante, suele ocurrir, sobre todo al principio que, acostumbrados al método tradicional de clases expositivas, los alumnos desconfíen de los cursos organizados de manera más moderna.

Para evitar que la desconfianza se transforme en oposición, siempre es bueno discutir con el grupo, al comienzo del año, la razón de tales novedades. Se comprobará entonces que es fácil conquistar la clase si en verdad el camino es acertado (véase el tema 11, capítulo 6).

7. Falta de apoyo de los compañeros y del director. Si esto sucede, la culpa es, por lo menos en parte, del profesor. El tema 10, del capítulo 6, trata del asunto.

8. **Falta** de tiempo del profesor. El sistema de remuneración inadecuada hace que un gran número de profesores enseñen más cursos de

los que pueden dar abasto, y en consecuencia, no tengan ni el tiempo ni la disposición para adoptar medidas que permitan introducir mejoras en el curso. Si éste es el caso, trate de disminuir su carga docente, bien limitando su labor a grupos de un mismo nivel (por ejemplo, todos de primer año de secundaria), bien cuidando de que el desarrollo de los temas de cada materia sea simultáneo en todos los grupos. Es así que cuando se haga un experimento en clase, sólo se debe montar una vez el material. En la organización del trabajo práctico, se puede recurrir, en parte, a experimentos hechos en casa por los alumnos con material improvisado; de este modo se alivia el trabajo implícito en los experimentos en clase. Para ello, es indispensable adoptar un texto que sirva de guía de experimentos al alumno en su casa. Los resultados de estos experimentos deben ser presentados por el alumno durante la clase y el profesor debe cuidar de dar al alumno crédito por ello.

9. Incompetencia del profesor. Si el profesor atribuye los defectos del curso a su propia inhabilidad o falta de conocimientos pedagógicos o científicos, debe de inmediato seguir un programa serio de automejoramiento, incluyendo cursos de verano y lecturas bien meditadas de buenos libros (véase el capítulo 14). También es aconsejable acercarse a profesores bien conceptuados y líderes de la campaña de reforma y escuchar sus consejos, así como cambiar ideas con profesores del mismo colegio o de otros y recoger sugestiones sobre cómo mejorar el curso.

10. **Falta de vocación o interés.** La falta de preparación es perfectamente curable si está acompañada de perseverancia y voluntad de progresar, pero si el mal es la falta de entusiasmo por la enseñanza, siga este consejo de amigo: cambie de profesión.

## Cómo Debe Estudiar el Alumno

Una de las tareas más importantes del profesor es enseñar a sus alumnos a estudiar. En este sentido, es muy conveniente organizar, al comienzo del año, sesiones de estudio dirigido y continuarlas hasta que los alumnos aprendan a estudiar con eficacia en el libro de texto y en el laboratorio. Los puntos que enumeramos a continuación son recomendaciones que distribuimos, por escrito, a nuestros alumnos para ayudarles a encauzar sus esfuerzos en mejora de su método de estudio.

### *CÓMO ESTUDIAR*

1. ¿Pensó usted ya cuál es el mejor método de estudiar?

2. ¿Para qué estudiamos? Fundamentalmente con las finalidades siguientes:

   a. aprobar los exámenes y obtener un diploma;

   b. adquirir conocimientos, y

   c. aprender a usar el conocimiento.

   El error general de los estudiantes es dar mayor valor a a, un valor secundario a b, e ignorar que c es también un objetivo. Combata ese error perfeccionando su manera de estudiar.



### *Ideas Inertes y Aprendizaje Funcional*

3. Aprender a utilizar lo sabido implica aprender a pensar y, por lo tanto, ser capaz de resolver con eficacia los problemas de la vida y de la profesión. Lo curioso es que adoptando éste como fin primordial los otros dos se lograrán *mejor* que si usted se concentrara en ellos.

4. Esta paradoja se explica porque hay dos tipos de aprendizaje:

   a. aprendizaje apenas aparente, constituido por ideas inertes que no se relacionan con otras y no se convierten en instrumentos de trabajo mental;

   b. aprendizaje funcional, constituido por ideas fértiles que usamos en el momento adecuado para resolver problemas nuevos y penetrar en lo desconocido.

5. Los cursos estrictamente expositivos, en los cuales el profesor dice cómo son las cosas y los alumnos toman apuntes (para después estudiar en la víspera del examen) producen un exceso de ideas inertes. Sólo adquirimos aprendizaje funcional cuando buscamos los conocimientos necesarios para resolver un problema que nos interesa, es decir, cuando el aprendizaje ya es funcional en el propio momento de ser adquirido.

6. Por tanto, para lograr un aprendizaje real, nada se adelanta con coleccionar en la memoria hechos y principios; es preciso enfrentar problemas, pensar en ellos, por uno mismo, poner a prueba hipótesis y buscar los datos necesarios en los libros y en la naturaleza, o consultando al profesor. En una palabra: si usted se ejercita en el arte de utilizar el conocimiento (objetivo c del punto 3) adquirirá, al mismo tiempo, conocimientos funcionales (objetivo b) y con esto quedará también mejor preparado para las pruebas que los alumnos que sólo "estudian para el examen" (objetivo a).

*Cómo Prepararse para un Nuevo Curso*

7. Al comenzar un nuevo curso, lo principal es estar interesado en el tema. Lo segundo es armarse de fuentes de información adecuadas (un buen texto). Lo tercero es obtener el máximo de experiencia directa en dicho tema.

8. Infórmese del programa del curso. Piense sobre el tipo de materias que deberá repasar. Haga un inventario general de lo que ya sabe y de lo que todavía no sabe sobre el asunto. Pregúntese: ¿qué utilidad tendrá para mí esta materia? Por ejemplo, si el curso es de zoología, se preguntará: ¿para qué disecar animales, ver cómo son sus órganos, clasificarlos en órdenes y familias y hallar cómo viven? Tal vez piense que esto contribuye a resolver interrogantes de interés, tales como los siguientes: ¿Por qué existen tantos animales sobre la Tierra? ¿Son descendientes de los mismos antepasados? Con este tipo de indagación aumentará usted su interés por el tema.



9. Infórmese sobre qué libros abarcan todo el contenido del curso. Decídase por un libro que brinde una base sólida a la mayor parte del programa.

10. Indague sobre métodos de estudio práctico. ¿Por qué no clasificar las plantas de su jardín? Cualquier estudio que usted haga por sí mismo aumentará su interés por el asunto y le dará gran superioridad para enfrentar las materias regulares del curso.

*Cómo Prepararse para Cada Clase*

11. Con lo expuesto anteriormente se encontrará usted preparado para seguir el curso. ¿Cómo actuar en cada clase? Procure saber bien lo que se va a tratar en la clase siguiente y estudie en el libro la materia *antes* de ser explicada por el profesor. Ésta es, quizás, la regla más útil, no obstante ser difícil de seguir porque exige cierta autodisciplina. Haciendo esto, aprovechará la clase mucho más, porque ya pensó, por sí mismo, en los problemas que abordará el profesor.

12. ¿Cómo estudiar en el libro? Localice el asunto. Hojee el capítulo leyendo los subtítulos y una frase aquí, otra allá, para formarse una idea general de lo que trata. Medite, ¿qué sabe

usted al respecto? ¿Qué dudas tiene? ¿Qué ignora? Anote en un cuaderno los temas que menos conoce. Piense en el tipo de información que precisa adquirir para dominar el asunto.

13. Ataque, ahora, el primer tema del libro. Vaya juzgando lo que lee, así: "Eso ya lo sabía, eso no lo sabía". Evalúe la importancia de cada nuevo hallazgo. Vea de qué modo contribuye a esclarecer los puntos que usted ignoraba. Entendido el tema, recapitule mentalmente ¿qué hechos nuevos aprendió? Resuma, en el cuaderno, la idea principal del tema, su substancia. Pase al tema siguiente, actuando de la misma manera. Terminada la lectura, relacione lo aprendido con lo estudiado anteriormente, inclusive en otras disciplinas.

14. Usted va percibiendo que lo importante, al estudiar en el libro, es ir respondiendo usted mismo a los interrogantes que se plantean y luego comparar sus contestaciones con las que presenta el libro. Es difícil de explicar cómo se hace esto, pero, con un poco de práctica, puede lograrse. Así es como estudian los hombres de ciencia para resolver los problemas que les interesan. Al principio, siga rigurosamente las instrucciones de los puntos 11 a 13 hasta habituarse al método. Después, puede simplificar el proceso.

### *Cómo Actuar en las Clases*



15. Asistir a la clase después de haber estudiado el tema del día es más agradable y provechoso. Cuando el profesor habla, vaya pensando: esto ya lo sabía, esto es nuevo para mí. ¿Cómo contribuye este nuevo dato a las generalizaciones preexistentes?

16. Si no se siente seguro, anote uno u otro punto importante en el cuaderno, para pensar mejor sobre ellos más tarde. Pero, limite las anotaciones a un mínimo (no más de una página por clase). Alguien ha dicho (¡exageradamente!) que una clase de exposición es el medio por el cual se transmite la asignatura del cuaderno de apuntes del profesor al cuaderno de apuntes del alumno, sin que pase por la cabeza de ninguno de los dos.

17. ¿Y las clases prácticas? Al iniciar el ejercicio, pregúntese: ¿qué debo descubrir? ¿Qué es lo que debo ver cómo es? Trabaje siempre como quien va a descubir alguna cosa importante, no como quien repite algo por rutina, o una receta para hacer un pastel.

18. En todo su trabajo, teórico o práctico, mantenga una actitud inquisitiva. Usted es un investigador en potencia. Solamente se aprende a investigar (resolver problemas) investigando. Adoptando esa actitud, su estudio será una aventura intelectual.

19. Es lógico que encuentre cursos que hagan el estudio más productivo que otros. Pero, usted ya no es un niño. Le compete

aprender bien en cualquier empeño. Si el curso es bueno, eso será más fácil. Si el curso es malo no lo utilice como disculpa. Usted tiene el interés y la obligación de aprender, cualquiera que sea la calidad del curso.

# 6

*Las esferas celestes cumplieron fielmente un ciclo más y el resultado fue que el Licenciado Fernández se enfrentó otra vez con un grupo de alumnos para iniciar un nuevo curso de biología. Lo primero que hizo fue distribuirles unas hojas mimeografiadas en las que se explicaban los metodos básicos que iban a adoptarse (estudio del texto seguido de discusiones; prácticas de laboratorio en clase y en casa, ejercicios semanales sobre asuntos todavía no discutidos). Además, el plan incluía un calendario que señalaba el tema a ser estudiado y discutido cada semana, hasta el fin del semestre, acompañado de la siguiente advertencia: "si, por cualquier razón, no hay clases cierto día, la discusión indicada se realizará automáticamente en conjunto con la de la clase siguiente, de modo que el programa nunca podrá quedar retrasado".*

*Los alumnos se asombraron, pues, por primera vez en su vida, veían un plan de curso. El Licenciado Fernández lanzó luego su segunda bomba metodológica al declarar: "vamos a iniciar inmediatamente nuestras actividades prácticas". Así, la primera clase del año en vez de ser la más aburrida (pues la dedicaba antes a dar definiciones de biología y a discutir su importancia, su historia y sus relaciones con las demás ciencias) fue en gran éxito: el primer día, el Licenciado Fernández conquistó a los estudiantes y aseguró su cooperación entusiasta.*



## LA ORGANIZACION DEL CURSO

El fracaso de los profesores se debe principalmente a la falta de planeamiento adecuado y a su deficiencia para poner en ejecución el plan.

El profesor que va a enseñar la primera clase del año sin antes haber pasado varios días pensando, planeando y organizando su material didáctico está destinado a estar descontento todo el año, pues su curso, resultado de una línea de conducta del menor esfuerzo, será mediocre y estéril. El turista saca mayor provecho de su tiempo y dinero si organiza su itinerario. El profesor que no planee es como aquel turista que toma el primer avión, sin saber a dónde va.

Además, es necesario huir del planeamiento meticuloso, estereotipado y desconexo de la realidad de la escuela. Nunca planee para un grupo fantasma, ideal, abstracto, hágalo teniendo en mente a los alumnos del año anterior.



El plan debe ser flexible, a modo de una plataforma de lanzamiento de un vuelo autodirigido. Siempre que pueda sacar partido de circunstancias imprevistas, modifíquelo o, en su defecto, elimine aquello que no funciona bien.

La mejor época para trazar los lineamientos generales del planeamiento es al comienzo de las vacaciones largas. En esa ocasión todavía se recuerda con claridad las luchas, éxitos y derrotas sufridas durante el año lectivo, y las ideas e iniciativas de cómo mejorar el curso surgirán más fácilmente. Por otra parte, habrá tiempo de sobra para organizar hasta el más mínimo detalle. No vale aquí el argumento de que al final del año escolar el profesor está cansado de todo lo que se refiere a la enseñanza y a los alumnos. Si es así, es porque el curso dejó mucho que desear y para que esto no se repita es indispensable planear con tranquilidad. El profesor tiene la gran ventaja de gozar de vacaciones más largas que otros profesionales, que, como él, también se cansan durante el año. Por tanto, es su obligación y de provecho propio usar parte de sus vacaciones en facilitar y mejorar el desempeño de su labor durante el año lectivo siguiente.

**Cuadro 7. Etapas que Abarca Un Buen Planeamiento**

---

1. Examine con ojo crítico el curso que enseñó el año anterior y reflexione, sin apuros, cómo podría ser el nuevo curso, sin preocuparse por el momento en organizarlo.

2. Reevalúe los objetivos del curso.

3. Piense sobre cuáles son los métodos y las técnicas más apropiadas a la luz de los objetivos seleccionados; planee la actividad del alumno en casa y en clase.

4. Escoja los temas en torno a los cuales se desarrollará el trabajo de los alumnos y distribúyalos de acuerdo con el tiempo disponible.

5. Prevea el material de laboratorio que va a ser necesario y las maneras de obtenerlo.

6. Determine las actividades fuera de clase: excursiones, visitas, clubs y ferias de ciencias.

7. Seleccione el material audiovisual e infórmese de cómo obtenerlo.

8. Seleccione el libro de texto y la bibliografía complementaria del alumno, y reúna las fuentes de referencia e información necesarias a su labor.

9. Organice el sistema de evaluación del aprendizaje y de calificaciones.

10. Analice sus relaciones con otros profesores de la escuela, con el director y otras autoridades a fin de facilitar la buena ejecución del curso.

11. Piense en cómo mejorar aún más su trato con los alumnos.

---

A continuación se examinará con más detalle cada una de las etapas que abarca un buen planeamiento.

## 1. Autocrítica y Pensamiento Creador

La mejor preparación que puede anteceder a todo planeamiento es examinar, desde un punto de vista crítico, los cursos enseñados el año anterior (o los recibidos). Esto se logra mediante una recapitulación de su actuación durante el año precedente y buscando la manera de mejorarla. Recuerde los incidentes y los fracasos ocurridos y concéntrese en averiguar las causas, sean éstas consecuencia o no de sus propios defectos; anote sus deficiencias y piense en cómo remediarlas.

En el inventario de los defectos del curso y de sus causas estarán incluidas, por cierto, algunas de las dificultades citadas en el Cuadro 5 (véase el capítulo 4).

La autocrítica le dará la oportunidad no sólo de emprender la parte más creadora y excitante del planeamiento, sino que promoverá ideas audaces que echen por tierra la rutina y coloquen su curso en un nivel metodológico superior. Irá entonces por buen camino si durante algunas noches pierde el sueño, desvelado por alguna idea y entusiasmado ante la perspectiva de implantar un tipo de trabajo de clase radicalmente nuevo.

A estas alturas no imponga un freno ni discipline su pensamiento, deje libre la inspiración. Tampoco se preocupe, por el momento, por las etapas del planeamiento presentadas en el Cuadro 7. Poco a poco irá tomando forma en su mente el curso renovado que ambiciona enseñar. Por lo demás, lo más difícil está hecho. Trate entonces de organizar con paciencia los pormenores a fin de que su plan no sea apenas un sueño.



## 2. Objetivos y Preparación para la Vida

El primer análisis sistemático, después de que el profesor tenga clara idea del tipo de curso que impartirá, debe comprender una revisión de los objetivos. Relea el capítulo 2 y trate de aplicar cada concepto expuesto al caso concreto de los alumnos de su escuela. Lo importante aquí es no perder el contacto con la realidad.

Pregúntese luego ¿qué cambios debe inducir el curso en los alumnos para que estos se tornen más eficaces en la vida? ¿Hasta qué punto es importante que queden sabiendo tal o cual hecho o principio científico? ¿Representará alguna ventaja en su vida aprender a sintetizar críticamente lo que leen, a interpretar gráficos y a manipular aparatos? ¿Les será útil reconocer que un mismo resultado puede deberse a factores diferentes y que es un error atribuir a uno lo que es efecto de otro? ¿Es importante que aprendan a razonar con claridad y lógica, que acepten contradicciones, que se rindan ante la evidencia, que admitan errores, cooperen con los demás, evalúen argumentos, repudien preconcepciones, repasen raciocinios en busca de agujeros?

Reflexiones como éstas sirven para comprobar si el plan intuitivo del curso tuvo realmente en cuenta las necesidades más esenciales de los adolescentes en el campo de las ciencias.

### 3. Tipos de Actividades de los Alumnos

No cometa el error de organizar el curso en función suya. Evalúe los métodos de enseñanza desde el punto de vista de lo que el alumno va a realizar y de lo que va a cruzar por su mente. No diga: Voy a plantear tal problema y debatirlo; voy a hacer tal experimento; voy a explicar tal asunto; voy a discutir tal o cual punto. Por el contrario, diga: Los alumnos van a descubrir que tal problema existe y van a debatirlo; van a realizar tal experimento; van a entender tal asunto; van a discutir tal o cual punto. Si adquiere este hábito, aprenderá a pensar en lo que el alumno gana con el curso más que en lo que usted le ofrece.

Es bueno y recomendable variar de método durante el curso. Excursiones y visitas, exposiciones y ferias de ciencias revitalizan los cursos. Si un día la clase práctica es a base de la actividad por equipos, adopte otro día la técnica del trabajo individual o de demostración única. Por bueno que sea el método de proyectos, no conviene adoptarlo con exclusividad. Pero, a pesar de la anterior recomendación, es útil establecer cierta rutina para que los alumnos se acuerden fácilmente de lo que espera de ellos. Por ejemplo, lunes es el día de discutir en clase los experimentos hechos en casa; viernes el día de discusión basada en el libro de texto; el último miércoles del mes es el señalado para la prueba escrita, etc.



Es muy importante especificar con claridad la función de cada agente del aprendizaje (véase el capítulo 4). Por ejemplo, ¿cómo va a usarse el libro de texto en el curso: para estudio antes del examen, antes o después de haberse discutido el tema, como elemento de referencia o preparación? Las clases prácticas, ¿deben programarse antes o después del tratamiento teórico del tema? O ¿consistirán en la discusión, con experimentos intercalados? ¿Deben los alumnos anotar en un cuaderno especial el resultado de los experimentos hechos en clase? ¿Examinará el profesor este cuaderno? En cuanto a las calificaciones mensuales, ¿estarán éstas basadas en los exámenes, en el concepto que el profesor tenga del alumno, o en ambos? ¿Debe preceder o seguir a la discusión de un tema la proyección de una película relacionada con él?

El profesor precabido debe pensar en todo y fijar ciertas normas armoniosas que aseguren el máximo provecho por parte del alumno.

### 4. La Materia y el Tiempo Disponible

La selección de la materia está muy relacionada con el problema del libro de texto. Si se estudia siguiendo un libro --y en varios tipos de cursos es sumamente ventajoso hacerlo-- la materia básica es la del libro. Sin embargo, el profesor puede decidir complementar o eliminar algunos de los capítulos. En general, los libros de texto contienen información en exceso, lo que limita su utilidad y obliga al profesor a omitir el estudio de partes enteras. El criterio de selección es obvio: eliminar lo menos importante, lo menos general, lo menos aplicable a la vida real, lo menos interesante y lo que está por encima del nivel de conocimientos de los alumnos. Por otra parte, el número

de clases limita automáticamente la extensión y profundidad de cada unidad. Hay que evitar dos errores fundamentales: abarcar mucha materia superficialmente o tratar poca materia con excesiva profundidad. A menudo el profesor comete el error de extenderse más de la cuenta en los temas que le gustan y sabe bien, y cuando se hace cargo de que el año lectivo está a punto de terminar, se apresura a presentar muy por encima la materia restante. Este caso es común en el curso tradicional en que el profesor lleva la voz cantante y sonante, pero casi no se observa cuando se adopta el método de estudio del texto previo a la discusión en clase. Si se divide el número de páginas entre el número de semanas, es fácil comprobar si la intensidad del estudio es adecuada o si conviene eliminar parte de la materia. En general, el profesor tiende a exagerar el número de conocimientos que abarca en su enseñanza, lo que puede contrarrestarse reduciendo la materia teórica e intensificando la parte práctica. ¡Recuerde que un poco de aprendizaje real es mejor que mucho ficticio!

## 5. Instalaciones y Material de Laboratorio

Como iniciativa a largo plazo solicite verbalmente o por escrito al director o, con el apoyo de éste, a las autoridades pertinentes, la adaptación de una sala o la construcción de un galpón, donde se puede instalar un laboratorio. Añada también una suma mensual para la compra de material. Iniciativas como ésta son importantes, aun cuando las probabilidades de éxito sean escasas, porque contribuyen a implantar la idea de que el laboratorio y el material son elementos valiosos. A lo mejor, cuando menos lo espera, obtiene lo solicitado. Por otra parte, si no lo consigue, no caiga en la enorme tentación de justificar la omisión de clases prácticas por la falta de instalaciones y material.



Ahora bien, desenmascaremos este razonamiento. Contar con un laboratorio es óptimo, pero no imprescindible a la enseñanza de un buen curso experimental. En su plan de curso, adopte un esquema que permita abundante experimentación individual, con material improvisado, en la mesa de la sala común o en cualquier lugar de la casa. Al profesor consciente no le incomoda destinar una pequeña cantidad de su sueldo mensual a la compra de algunos tubos de ensayo, drogas, cables eléctricos, imanes, lentes, etc., e ir acumulando así su propio material. La satisfacción de dar un buen curso compensa el gasto. Al cabo de algunos años, poseerá lo esencial en un armario en casa y cada día deberá tan sólo colocar en el maletín lo necesario para sus demostraciones. También los alumnos contribuyen con material o colaboran en su obtención. De acuerdo con las circunstancias, puede resultar muy eficaz, y además tener un gran valor educativo, la organización por los alumnos de espectáculos con entrada pagada o la venta de un periódico científico, hecho por ellos mismos, en beneficio del laboratorio o del club de ciencias.

## 6. Excursiones, Clubs y Ferias de Ciencias

Las excursiones y visitas a determinados lugares exigen cierta preparación y deben ser planeados con cuidado. Incluya dos o tres en

su plan del curso, haga los contactos necesarios, marque las fechas con suficiente antelación y prepare a los alumnos por medio de lecturas y discusiones a fin de obtener el máximo provecho de la visita.

Los clubs de ciencias exigen un laboratorio, o al menos una sala especial, donde los alumnos puedan trabajar después de clase. La orientación de esta actividad exige del profesor tiempo, buen nivel técnico y personalidad apropiada. Si cree tener la personalidad y entusiasmo necesarios, inténtelo. La feria de ciencias es una consecuencia del club: transforma la actividad aleatoria de los niños en proyectos concretos que son realizados y puestos en exhibición.

**7. Recursos Audiovisuales**

Nada sustituye la experiencia personal o el contacto directo del alumno con el material científico, si bien se comprende que no puede tenerlo con todos los objetos acerca de los cuales debe aprender alguna cosa. La función principal de los recursos audiovisuales es representar objetivamente, mediante grabaciones acústicas acompañadas de imágenes ópticas, los seres y fenómenos objeto de estudio. Su ventaja sobre la descripción verbal es obvia. En efecto, por lo general es difícil que los alumnos estudien las esponjas en su habitat u observen la función fagocitaria de un leucocito. Una película puede presentar tales temas y una infinidad de otros de modo vivo y atrayente. Una segunda función de los recursos audiovisuales es permitir la coordinación y sistematización en la presentación de un tema, el que durante la observación práctica o los experimentos sólo puede ser estudiado de modo fragmentario. Una serie de diapositivas puede mostrar, por ejemplo, la evolución del mecanismo de reproducción de los vegetales o diferentes tipos de máquinas simples.



El peligro de los recursos audiovisuales es que se usen en sustitución de la realidad en casos en que la observación directa es fácil y educativa; los modelos de hojas, flores y frutos en madera o yeso, por ejemplo, no sólo no son necesarios sino que hasta resultan nocivos. El estudio de los músculos por el estudiante en su propio cuerpo (puntos de inserción, acción) es efectivo y dispensa la utilización de maquetas y mapas.

Es necesario contar con un aparato de proyección fija que pueda ser usado en cualquier momento. Si no consigue que el colegio se lo proporcione, compre su propio proyector y vaya formando su colección de diapositivas. Conseguir un proyector de cine es más difícil, pero el profesor diligente puede valerse de películas y máquinas prestadas por servicios de cine educativo y por empresas particulares.

Para obtener el máximo provecho de las sesiones de cine es preciso tomar ciertas precauciones. Evite que los alumnos las consideren un medio de diversión, llevados por la analogía con el cine común, porque si lo hicieran se perdería en gran medida el objetivo de este esfuerzo. Por otra parte, esto no significa que la película deba ser desagradable. Mientras que en el cine común el niño participa de aventuras apasionantes, en el cine educativo es necesario despertar un interés análogo respecto al tema central de la película. Para lograrlo,

el profesor debe haberla visto antes a fin de poder orientar el trabajo de clase. Es muy útil preparar una serie de preguntas relacionadas con la película y pedir a los alumnos que las respondan después de la proyección.

## 8. El Libro de Texto

Pocos son los padres de familia, incluyendo los de escasos recursos económicos, que se niegan a comprar los libros de estudio de sus hijos. En muchos casos dicha adquisición constituye un sacrificio y de ahí que el profesor deba tener una idea clara del uso que se le va a dar al libro de texto durante el curso. Antes de efectuar la selección es de rigor, por tanto, examinar con criterio válido los libros disponibles en plaza y elegir aquel que más se adapte a las características del curso que va a enseñar. Si la mayor parte de los alumnos son pobres, intente obtener una rebaja en el precio de los libros.

## 9. Evaluación

Los exámenes tradicionales demandan del alumno más memoria que pensamiento o acción y esto tiene un efecto nocivo en el hábito de estudio del alumno, que se acostumbra a retener gran cantidad de material en forma de ideas inertes. Por eso en el curso renovador extremo no hay ni exámenes ni pruebas: la evaluación del progreso del alumno se basa en el trabajo que éste desarrolla cada día.



En la práctica, sin embargo, no es aconsejable abolir por completo las pruebas tradicionales, ya que la vida escolar en nuestros países transcurre en torno a notas y exámenes de admisión o promoción y los jóvenes que no adquieren la habilidad de hacer frente a dichas pruebas estarán en el futuro en una posición de manifiesta inferioridad.

Si aceptamos las pruebas y exámenes en nuestros cursos, lo importante, sin embargo, es no dejarse engañar por ellos, pensando que miden bien aquello que no miden o miden mal. Del conjunto de valores que nos gustaría acrecentar en los alumnos, sólo una pequeña parte --la referente al aprendizaje de hechos y principios-- es apreciada en las pruebas. Queda fuera de su ámbito casi todo lo que se refiere a los fines formativos de la enseñanza. Para evaluar el progreso de los estudiantes en este aspecto, hay que observarlos durante el trabajo y las discusiones.

Al lado de la función de evaluación, las pruebas tienen en alto grado una función estimulante: forzan a estudiar. Las que se efectúan mensualmente tienen el serio inconveniente de llevar a los alumnos a estudiar apenas la víspera de la prueba y a no estudiar nada en los intervalos. Las pruebas semanales, de corta duración, combaten este mal hábito, aunque debe quedar claro que estas pruebas relámpago tienen un valor casi nulo para evaluar el grado de conocimientos. Una de sus ventajas es que no toman mucho tiempo.

Una buena solución consiste en calificar en parte sobre la base de los trabajos prácticos y la participación en discusiones y en parte teniendo en cuenta las pruebas formales.

En cuanto a las pruebas finales, es preferible que sean sólo en forma de listas mimeografiadas a fin de facilitar su corrección y de habituar al alumno a este tipo de prueba muy en boga hoy día en los exámenes de admisión. La prueba con respuestas o alternativas múltiples es más cómoda. El profesor Fritz de Lauro (Río de Janeiro) propone que se elabore la prueba con una alternativa incorrecta, que debe ser marcada por el alumno, pues de lo contrario en una prueba de 20 preguntas con 5 alternativas por pregunta, el estudiante debe leer 100 proposiciones erradas y 20 correctas. A las claras es más conveniente que lea 100 proposiciones correctas (con lo que estará reforzando lo que estudió) y sólo 20 erradas.

Es recomendable que cada pregunta tenga más de 3 alternativas y que su número sea el mismo en todas las preguntas a fin de facilitar la corrección del error de evaluación proveniente de las preguntas acertadas por casualidad. Es importante explicar a los alumnos el porqué de esta corrección. Supongamos que la prueba conste de 20 preguntas, cada una con 4 alternativas, de las cuales sólo una está errada y el alumno debe marcarla. Si los alumnos fueran totalmente ignorantes (como micos amaestrados) tendrán 1/4 de probabilidad de marcar la alternativa incorrecta de cualquier pregunta. Es de esperar por tanto que de 20 preguntas los alumnos acierten en promedio 5 y erren 5, o sea, acierten 1/3 de las que erran. En el caso de alumnos que saben parte de la materia, el número de las preguntas que aciertan por casualidad continúa siendo en promedio 1/3 de las que erran. Si un alumno erra 6 en 20, se descuenta del número de respuestas correctas ($C = 14$) un tercio del número de respuestas erradas ($E = 6$) y se computa, para la nota, 12 correctas. La fracción 1/3 se convierte en 1/4 cuando hay 5 alternativas y en 1/2 cuando hay 3. Representado por $a$ el número de alternativas menos 1 --o sea, en el sistema propuesto por F. de Lauro, $a$ el número de alternativas correctas en cada pregunta-- la fórmula general para encontrar la nota corregida es $C - \frac{E}{a}$.

La finalidad de la prueba debe ser estimular el estudio, más que amenazar al alumno con el espectro de la reprobación. Mejor aún, durante el tiempo en que éste demuestra lo que sabe, debe estar aprendiendo más.

Contribuyamos, por tanto, a disipar la visión amenazadora del profesor que recorre el aula a grandes pasos con aire agresivo y los alumnos que lo miran de reojo. Excelente es el método que utiliza la profesora Terezinha Mello (de Recife, Brasil). Hace formar equipos de cinco a ocho alumnos, que estudian juntos en la biblioteca, en casa o en períodos de estudio dirigido. El día de la prueba selecciona, por sorteo, un alumno de cada equipo, que responde el cuestionario de examen individualmente en la primera fila de mesas, al mismo tiempo, que los demás integrantes del equipo lo resuelven colectivamente en un lugar de la sala, a los susurros, para que los equipos competidores no oigan. Cada miembro del equipo es calificado con la media de dos notas (prueba individual y prueba colectiva).

## 10. Usted No Está Solo

En parte por culpa suya, aunque mucho más por culpa del sistema, usted no conoce a todos los profesores de su propia escuela. Lo ideal sería que los profesores estuvieran convenientemente remunerados para que pudieran dedicarse a tiempo completo a un solo colegio (como ocurre en otros países). Fuera de las horas de clase tendrían entonces tiempo para planear, corregir trabajos, providenciar material, montar experimentos y tener reuniones de discusión sobre problemas de enseñanza. Aunque esto no suceda, usted no puede ni debe dejarse dominar por la apatía.

Al terminar la elaboración de su plan de curso, pida a sus colegas que lo lean y le den sugestiones. Esto le será muy útil a usted y a ellos y, en última instancia, sobre todo a los alumnos. Al leer su plan, los demás profesores se sentirán halagados y les agradará hacerle saber cualquier idea que tuvieran para mejorarlo. Además, se formarán un concepto favorable de usted (a no ser que actúe de modo arrogante y vanidoso), que facilitará la colaboración futura y podrá ser el comienzo de una fecunda amistad. Por otra parte, influenciados por su ejemplo, se preocuparán de planear mejor sus propios cursos. Si es sincero y hábil en el trato con sus colegas, no sólo contribuirá a elevar considerablemente el nivel de la enseñanza de las ciencias en su escuela, sino que usted mismo saldrá beneficiado.

También puede pedirle al director que lea su plan del curso y que haga sugestiones al respecto. Al familiarizarse con sus lineamientos y orientación pondrá su mejor voluntad para obtener el material y las facilidades necesarias.



De la conversación con sus colegas puede surgir la iniciativa de que todos colaboren en un plan común. Esto representa una gran ventaja, pues promoverá una selección natural de ideas que llevará a una mejor enseñanza. Por otra parte, es estimulante saber que usted no está solo, que tiene compañeros de aventuras, que aprecian sus victorias y que pueden ayudarlo con sugerencias a salvar las dificultades. Sin lugar a duda, es difícil conseguir este intercambio de ideas. Lo peor son los compañeros derrotistas o desinteresados en la enseñanza, que sostienen que no vale la pena hacer nada que no sea lo estrictamente de rutina. A estas personas es imposible hacerlas cambiar de opinión, y lo mejor es ignorarlas y dedicarse al diálogo con los otros profesores. Puede darse el caso, no obstante, que en su escuela no encuentre acogida alguna por parte de sus colegas y si es así únase con profesores de ideas afines de otros establecimientos.

Es asunto delicado tratar con profesores anticuados que no entienden, ni quieren entender, las nuevas ideas y métodos de educación. Es necesario tener paciencia y tolerancia, pero no temerlos. Con frecuencia, el profesor principiante encuentra en esos "profesores autoritarios" justificación a su propia inseguridad, alegando que no puede dar un curso renovado porque el profesor más antiguo, dueño de la situación, no lo deja. ¡Esto es racionalizar! Lo curioso es que el profesor anticuado tiene más miedo del principiante que éste de él. Teme perder su prestigio, sus privilegios, su posición aventajada.

Actuando con sinceridad y tolerancia tiene entonces usted que convencerlo que su intención no es sustituirlo sino colaborar con él. Los viejos maestros, incluso los que han sido superados, siempre tienen mucho que ofrecer. Aprovéchese de esto y muéstrese agradecido. Por lo demás, si usted no amenaza su posición de seguridad, tendrá en el profesor anticuado un amigo que lo apoye, aun cuando no consiga rejuvenecerlo.

## 11. Cómo Tratar a los Alumnos

El éxito del curso depende en gran parte de la manera como el profesor trata a los alumnos. Sea natural, nunca pretencioso. Esconda su vanidad, pero nunca exhiba falsa modestia. Nada de aparentar que sabe mucho (nadie sabe más que una pequeña fracción de lo que no sabe). Lo importante es conocer a fondo el tema y ser capaz de exponerlo con claridad.

Sea optimista, alegre y bien dispuesto. Tenga confianza en los jóvenes e interprete con benevolencia sus actividades y sus errores. Siempre que tenga que oponerse a la opinión de sus alumnos, o criticarlos, hágalo con argumentos lógicos y nunca recurra a sentencias arbitrarias o a su "experiencia de la vida". Reconozca sus propios errores científicos o de actitud y eso aumentará su prestigio ante los alumnos.



Use, sin exageración, el lenguaje corriente de los jóvenes. Un profesor sea de la edad que sea, no puede ser viejo; para ser un buen profesor es necesario que se identifique a fondo con la juventud. Comprobará usted que esta actitud a más de ser técnicamente aconsejable contribuye a su autosatisfacción. En consecuencia, el profesor debe conquistar el respeto de sus alumnos no con amenazas o críticas severas, sino por su dedicación entusiasta y por la amistad, orientación y apoyo que les ofrece.

*El Licenciado Fernández implantó en su curso tantas modificaciones, con tal discreción, que nadie se dio cuenta de ellas.*

*De hecho, en su camino hacia la verdadera sabiduría, llegó al convencimiento de que, en asuntos de educación, lo que realmente importa es el espíritu, pero lo que causa dificultades con los directores, inspectores y coordinadores son los aspectos formales de los cursos. Como su inspector, aun siendo trabajador y de buena voluntad, era en extremo tradicionalista, el Licenciado Fernández decidio no oponerse a él y, por el momento, limitarse a modificar su curso en aspectos importantes y poco ostensibles, sin alterar en nada aquellos aspectos que llaman la atención pero que en realidad no tienen importancia.*

*Por ejemplo, en cuanto al programa oficial, siguió rigurosamente, como siempre lo había hecho, los temas señalados en él, con la única diferencia que cambio totalmente su contenido a fuerza de reorganizarlo. El programa se convirtió en una serie de proyectos que hacían pensar a los alumnos. Sin embargo, en su diario de clase, el Licenciado Fernández registró la "materia que se enseñó" exactamente como en los años anteriores.*

*Así, el inspector quedó satisfecho, como siempre, y los alumnos, como nunca.*



## LA MATERIA Y EL ESPÍRITU

La secuencia lógica fascina la mente educada del adulto. Comenzar por lo más general y básico hasta lo más complejo; partir del principio hasta el fin; hacer clasificaciones que ubiquen a cada entidad dentro de una visión global --arreglar para aprender-- es una de las necesidades de la inteligencia. Nos satisface estudiar zoología empezando por las formas más elementales hasta el hombre. En física, nos agradaría esclarecer la naturaleza del átomo y de ahí deducir todas las propiedades de la materia.

Sucede, no obstante, que la manera natural de aprender del niño es opuesta al orden lógico: su mente registra y asimila destellos desordenados de la realidad y poco a poco las piezas del mosaico se van ordenando. Conoce al gato antes que al protozoario, manipula el televisor sin saber lo que son las ondas electromagnéticas, entiende la mecánica de los satélites artificiales sin haber estudiado el movimiento sobre el plano inclinado.

En cierto sentido, la madurez intelectual consiste exactamente en llegar a una concepción ordenada y coherente de las cosas a partir de ese mosaico de impresiones. Pero cada uno de nosotros debe realizar su propia síntesis. La del profesor raramente consigue fecundar la percepción del alumno. Su obligación es pues poner a los estudiantes en condiciones de explorar el universo e ir construyendo sus propios

conceptos. Para esto, en la organización de la materia, es necesario adoptar ciertos criterios generales, que se discuten a continuación y que están sujetos a variar a lo largo de la secuencia de niveles de maduración de los alumnos, desde el primer año de primaria hasta la universidad.

### Presentación Informal Contra Sistematización

Al niño le interesan hechos concretos aislados que sean nuevos para él y así enriquece su experiencia. Ésta irá a alimentar la necesidad de generalización, típica de la pubertad, cuando aumenta su agrado por el conocimiento organizado. Dentro de este contexto, no se debe insistir en la sistematización en la escuela primaria; lo importante es confrontar a los alumnos con problemas y hechos variados y significativos que estén al alcance de su comprensión y despierten su interés. El niño podrá entonces ser guiado a generalizaciones limitadas e inmediatas. Ya en la escuela secundaria es aconsejable llegar a generalizaciones un poco más profundas e introducir revisiones que representen un comienzo de sistematización, que se intensificará en los años preuniversitarios.

### Actividades Formativas Contra Actividades Informativas

Más que exigir de los estudiantes la adquisición de un sinnúmero de conocimientos, los primeros años de la escuela secundaria deben dedicarse a hacer trabajar la mente de los jóvenes por el método científico y mediante abundantes vivencias. Una buena formación en cuanto al método científico facilitará el aprendizaje de hechos y conceptos en la etapa siguiente.



Es lamentable que muchos profesores aún continúen considerando la enseñanza como un proceso de transmisión de conocimientos, cuyo aprendizaje de memoria debe demostrarse en los exámenes. Si un joven tiene la oportunidad de analizar, resolver y experimentar en el laboratorio problemas simples y variados, si tiene la ocasión de discutir los resultados con sus compañeros y el profesor y de exponer sus observaciones y raciocinios, ¡qué superioridad formidable adquirirá con relación a sus compañeros, que fueron sometidos, en esta fase, a un curso tradicional!

### Experimentos Contra Teoría

El tercer aspecto que debe tenerse en cuenta es la proporción entre las actividades prácticas y las teóricas. Las explicaciones teóricas deben ser menos frecuentes en los primeros años de la secundaria e ir aumentando de a poco en relación con las actividades prácticas a medida que el alumno avanza.

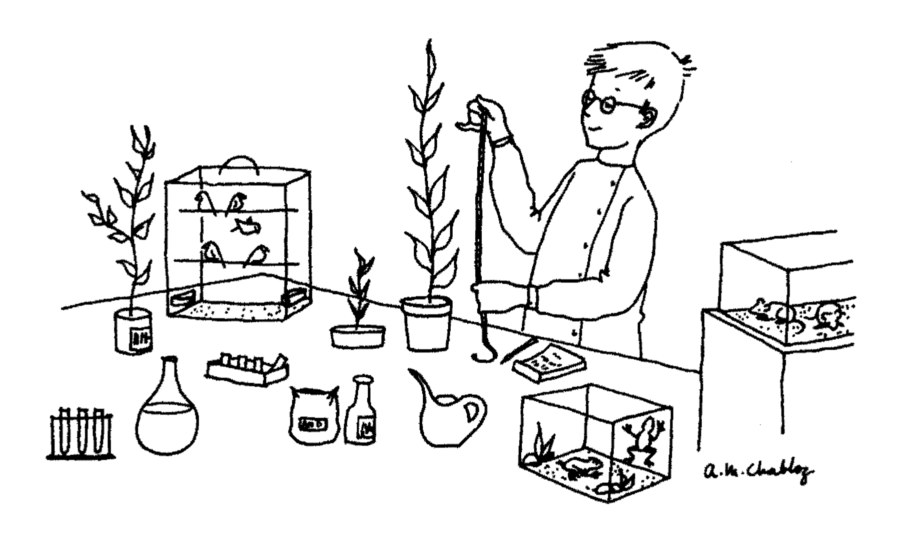
### Áreas de la Ciencia Contra Aspectos de la Vida

¿Es la digestión en el estómago un fenómeno físico (contracción de las paredes del órgano), químico (descomposición de las proteínas por la tripsina) o biológico? ¿Debe estudiarse el estómago como una parte de la anatomía humana o desde el punto de vista de su fisiología?

Todos estos enfoques son artificiales al nivel de la escuela secundaria. Las cosas relacionadas con la ciencia deben tratarse tal como se presentan en la vida diaria, entremezcladas, sin la división en disciplinas que exigen la investigación y enseñanza superior. En efecto, en la enseñanza científica a nivel de la escuela de primaria y en los primeros años de la secundaria debe primar un enfoque global de los fenómenos propios de cada aspecto de la vida, haciéndose caso omiso a si se está enseñando física, química o biología. Hoy tiene mucha aceptación la idea de que la enseñanza debe encararse como una ciencia integrada, tanto en lo que se refiere a sus disciplinas, como a su relación con la vida diaria, por lo menos hasta el término de la primera parte de la escuela secundaria.

En la América Latina empero hay la tendencia de enseñar botánica y zoología en cursos separados, aun en las escuelas secundarias. Esto parece poco justificado. De hecho, el enfoque global de las ciencias biológicas presenta muchas ventajas. La mayoría de los principios que los alumnos deben dominar tienen raíces en los dos reinos. El estudio de la respiración y nutrición animal queda incompleto sin una consideración de la fotosíntesis. La energía y la materia se transforman tanto en los vegetales como en los animales y es más lógico estudiar su ciclo completo. La constitución celular, la fisiología, la genética, la evolución de los animales y de las plantas se entienden mejor si se estudian en conjunto. Además, el curso global facilita la presentación del asunto desde el punto de vista ecológico y utilitario. Si la parte práctica es lo bastante extensa, no es económico ni didáctico estudiar un reino separado del otro. Durante una excursión al campo, los estudiantes encuentran tanto plantas como insectos; en los bosques encuentran animales en los árboles y en las hojas caídas. En el acuario de la clase notarán que los pececitos necesitan de las plantas. ¿Por qué no adoptar en el curso el mismo plan de la naturaleza que mezcla, continuamente, plantas y animales?





### Temas del Programa Contra Actividades

Tratemos ahora de la manera como debe redactarse el programa. Es importante que ésta sugiera el desarrollo de actividades y no, como ocurre con los programas tradicionales, la exposición por parte del profesor ante una clase pasiva. Para esto, el programa debe ser elaborado en términos de actividades a ser realizadas por los alumnos: unidades experimentales, centros de interés, problemas centrales, proyectos.

Los programas tradicionales, como el del Cuadro 8, sugieren a las claras cursos expositivos, en los cuales el profesor explica el tema y el alumno toma apuntes, es decir enfatiza la transmisión de información a alumnos en actitud pasiva.

**Cuadro 8. Ejemplo de Un Tema de Un Programa Tradicional**

1. Los microbios. Tipos, constitución.
2. Reproducción de los microbios. Esporas.
3. Esterilización por calor y por antisépticos.
4. Fermentación.
5. Putrefacción.
6. Generación espontánea.



El profesor que recibe un programa como éste debe reestructurarlo antes de usarlo como guía de su curso.

Como ejemplo de un programa organizado en términos de actividades de los alumnos, se transcribe, con ligeras modificaciones, en el Cuadro 9 parte de una unidad biológica adoptada en los liceos oficiales de Chile, en 1968, en la disciplina de ciencias naturales.

**Cuadro 9. Parte del Programa de Biología y Ciencias Naturales Vigente en los Liceos de Chile (1968).**

| Actividad y Situación Problemática | Cambios de Conducta | Material Sugerido | Tiempo Estimado (h) |
|---|---|---|---|
| Observar las alteraciones producidas en una infusión que después de hervida: a) es aislada del contacto con el aire; b) es colocada en contacto con el aire del ambiente. La observación lleva a los alumnos a | En el transcurso de las actividades, los alumnos:<br><br>Describen las alteraciones que sufre un líquido estéril cuando es contaminado por el aire atmosférico durante | Tubos de ensayo, lamparitas, tapones de caucho, microscopio. | 2 |

| Actividad y Situación Problemática | Cambios de Conducta | Material Sugerido | Tiempo Estimado (h) |
|---|---|---|---|
| inferir una situación problemática semejante a la siguiente: ¿Cuáles son los factores que determinan los cambios que se observan en una infusión que está en contacto con el aire atmosférico? | un lapso de tiempo determinado (color, olor, pH, transparencia, presencia de seres microscópicos). | | |
| Planear actividades que permitan determinar la validez de las siguientes alternativas (hipótesis): a) existe algo en el aire que en contacto con la infusión produce las alteraciones observadas; b) existe alguna cosa característica de la infusión que desencadena las alteraciones. (Ejemplo: introducir aire atmosférico en uno de los tubos esterilizados.) | Realizan actividades conducentes a poner en evidencia la acción del aire sobre un líquido estéril. | | 2 |
| | Construyen y manipulan aparatos que permiten eliminar la mayor parte de los microorganismos transmitidos en el aire (agua hirviendo, olla de presión). | | 2 |

La forma de presentación del programa chileno obliga a actividades prácticas preliminares que llevan a los estudiantes a la apreciación de un problema (primera columna). Nuevas actividades prácticas se planean y realizan como requisitos para la elucidación de las hipótesis explicativas del fenómeno. Con el programa presentado de esta manera, es prácticamente imposible dar un curso tradicional.

Si se compara el contenido de los programas de los Cuadros 8 y 9 se advierte que ambos abarcan la misma materia. Representan, sin embargo, dos extremos opuestos en cuanto a la polarización: temas contra actividades. Entre estos extremos hay toda una gama de transiciones.

Tal vez el programa chileno pueda considerarse un tanto artificial por detallar en demasía las actividades. Es mejor, probablemente, dar mayor libertad al profesor para que pueda adaptar el curso a las circunstancias propias de su clase.

### ¿Para qué Sirven los Programas?

Los programas son útiles hasta cierto punto, pero se exagera su importancia. Lo malo es que pueden ser nocivos. Son útiles cuando inspiran al profesor temas que conducen a discusiones fecundas y evitan que, en los años sucesivos, los alumnos repitan, con profesores diferentes, el estudio de los mismos temas. Contribuyen también a que la enseñanza abarque con mayor amplitud todo el campo de la biología.

Sin embargo, los programas no son muy importantes porque, en la práctica, cualquier asunto biológico bien explorado conduce a los estudiantes a observar, recoger datos, pensar y llegar a principios y generalizaciones importantes. Si en vez de "anfibios: metamorfosis", apareciera en el programa "reptiles: los dinosaurios", se podría, del mismo modo, encauzar provechosamente la labor de los estudiantes.

A menudo los programas son nocivos porque, siendo meras listas de asuntos, hacen sobresalir exclusivamente el aspecto informativo de los cursos. Llevan, en general, al profesor a explicar materia en exceso, demasiado de prisa, con el ansia de cubrir el programa; descuidando los aspectos formativos de la enseñanza. Para atenuar este inconveniente todo programa debiera estar precedido por un conjunto de instrucciones metodológicas que llevaran al profesor a evitar la rutina estéril en la enseñanza. En América Latina, los programas son incluso perjudiciales porque, no siendo renovados con frecuencia, tienden a perpetuar puntos de vista anticuados, como la notoria insistencia en la morfología y la taxonomía, tan atrincherada en los programas de biología de nuestros países.



### ¿Quién Debe Elaborar los Programas?

En la práctica, los programas oficiales tienden a ser retrógrados y ya superados. De ahí que se deba considerar la idea de abolir dichos programas oficiales o, por lo menos, usárseles como mera sugestión, dejando al profesor en libertad para modificarlos como le parezca. Este punto de vista ha sido adoptado en Brasil después de larga experiencia con programas oficiales impuestos. El Consejo Nacional de Educación determina solamente cuáles son las disciplinas a incluirse en el plan de estudios mínimo obligatorio. Los programas de las asignaturas los hacen los respectivos profesores en ciertas escuelas o el profesorado en conjunto en otras. En algunos Estados, el Departamento Estatal de Educación prepara programas únicos para todas las escuelas oficiales, pero no los impone a las escuelas privadas.

El programa libre presenta más ventajas que inconvenientes. Obliga al profesor a decidir por sí mismo los criterios de selección de temas, contribuyendo así a educarlo profesionalmente; y permite mejor coordinación entre la materia y los métodos de enseñanza que se adoptan. Además, hace posible adaptar el programa a las condiciones peculiares del ambiente donde se halla la escuela: el programa de biología de una escuela andina diferirá del programa de una escuela costeña.

Los argumentos en favor de un programa oficial rígidamente impuesto son aparentemente más convincentes en la teoría que en la prác-

tica. Pretende obligar al profesor remiso o poco competente a cubrir la materia del año; pero, en el caso de este tipo de profesor, cuanto menos enseñe, menos perjudica a los alumnos. El argumento más contundente en defensa del programa impuesto es que hay que procurar una instrucción uniforme para todos los jóvenes que terminan la escuela secundaria y desean ingresar en la universidad. Pero, en la práctica, se observa que la libertad de programas contribuye sorprendentemente poco a su heterogeneidad. Esto se debe a que la gran mayoría de los profesores hacen la selección de temas sobre la base de los textos de enseñanza que recomiendan a sus alumnos, y los textos son muy uniformes.

Por otro lado, la libertad de programas tiene la virtud de estimular a los buenos profesores que se aprovechan de ella para explorar nuevos caminos, lo que siempre es deseable; en tanto que los profesores menos competentes se guían por los programas oficiales (aunque no obligatorios) o por la tabla de materias de los libros de texto.

## Descripción y Funcionamiento

Los programas que mencionan funciones, ideas y principios son mejores que los que citan conjuntos de hechos o grupos taxonómicos. Los primeros sugieren un tratamiento conceptual, y los últimos una enseñanza descriptiva. Comparemos los dos tipos en los ejemplos del Cuadro 10.



**Cuadro 10. Programas Parciales para Ilustrar Dos Tendencias**

| Programas Tradicionales, Descriptivos y Taxonómicos | Programas Modernos, Funcionales y Conceptuales |
|---|---|
| Programa A | |
| a. Las partes de la planta. | a. Las funciones de nutrición en los vegetales. |
| b. Raíz: estructura, tipos, funciones. | b. Absorción. |
| c. Tallo: estructura, tipos, funciones. | c. Circulación. |
| d. Hoja: estructura, formas de la lámina, nervadura, funciones. | d. Fotosíntesis y respiración. |
| e. Las partes de la flor. | e. Reproducción sexual en las plantas. |

| Programa B | |
|---|---|
| a. Clases de vertebrados: peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Órdenes principales y sus características. | a. La evolución de los vertebrados. La adaptación a la vida terrestre. La respiración pulmonar. La fecundación interna. La regulación de la temperatura del cuerpo. La conquista del aire. El embrión uterino. |

| Programa C | |
|---|---|
| a. La célula: membrana, citoplasma y núcleo. | a. La célula como unidad. Desarrollo de la teoría celular. |
| b. Organelos del citoplasma. | b. La manipulación de la energía: absorción y respiración celulares. |
| c. Los cromosomas. | c. El código genético: ADN. |
| d. División celular por mitosis. | d. La transferencia de la información del núcleo al citoplasma: el ARN. |
| e. Meiosis y gametogénesis. | e. La síntesis de las proteínas. |
| | f. La continuidad genética: mitosis y meiosis. |



Programas del tipo ilustrado a la derecha del Cuadro 10 tienen la ventaja de sugerir al profesor un método dinámico. Pero, si por desgracia el programa oficial a seguir es del tipo tradicional, la primera tarea del profesor es reescribirlo, destacando el aspecto dinámico. Por ejemplo, cuando el programa requiere (Cuadro 10) "las partes de la flor", el profesor tradicional entiende que debe tratar de la *"morfología* de las partes de la flor". Sin embargo, nada impide al profesor alerta el considerar que lo implícito es, evidentemente, *"funciones* de las partes de la flor" y redactar la unidad como "reproducción sexual en las plantas".

## Énfasis en los Principios Científicos

Cualquiera que sea el programa que se va a seguir, es siempre de gran importancia decidir cómo adecuar el material que el programa prescribe a las vivencias que se experimentarán en clase. En la práctica, lo mejor es que el profesor se pregunte: ¿cuáles son los principios científicos más importantes relacionados con el programa?

Por ejemplo, si el profesor se guía por el programa del Cuadro 10, podrá concluir que uno de los principios que se relacionan con él se puede enunciar así: "Como consecuencia de sus actividades vitales, los microorganismos alteran profundamente los aspectos químicos, físicos y biológicos del ambiente en que viven."

Un segundo principio podría enunciarse así: "Los microbios son seres vivos y por lo tanto sólo pueden aparecer como resultado de la reproducción de sus antecesores: en este principio se basan todos los métodos de asepsia y preservación de sustancias orgánicas."

Terminada la etapa de identificación de principios, se inicia la de idear qué actividades, factibles en las condiciones reales de la escuela, darán a los alumnos una buena comprensión de estos principios. Un profesor podrá planear actividades como las del programa chileno (Cuadro 9); otro podrá, con igual resultado, proyectar, por ejemplo, la observación al microscopio de la multiplicación de la levadura de cerveza como pauta para estudiar la eficacia de varios métodos de asepsia aplicados a resiembras paralelas de cultivos.

Pongamos otro ejemplo, imaginemos que le corresponda a usted tratar un punto del programa redactado así: "La fotosíntesis y la respiración. La quimiosíntesis. Seres autotrofos y seres heterotrofos". ¿Cuáles son los principios científicos más fundamentales relacionados con este asunto? Al elegirlos, quizás llegue usted a una lista de principios como los que se señalan a continuación:



1. La energía necesaria para las reacciones que mantienen la vida resulta de la oxidación (combinación con el oxígeno) de la materia orgánica. La oxidación descompone la materia orgánica transformándola, a través de productos intermediarios, en sustancias minerales.

2. Las plantas verdes fabrican la materia orgánica por medio de la fotosíntesis, a partir del agua y del anhídrido carbónico, con desprendimiento de oxígeno. El agua y el anhídrido carbónico se combinan durante la fotosíntesis y producen, a través de productos intermediarios, glucosa y otros azúcares; estos azúcares se convierten en almidón y otros tipos de materia orgánica.

3. La energía utilizada en las reacciones de fotosíntesis proviene de la luz del sol. Esta energía queda almacenada en la materia orgánica y vuelve a hacerse disponible para ser usada en los procesos vitales cuando la materia orgánica se oxida.

4. La clorofila es un catalizador indispensable para la fotosíntesis. Los animales y los vegetales sin clorofila son incapaces de fotosintetizar; por lo tanto, dependen para su alimentación, directa o indirectamente, de la materia orgánica sintetizada por las plantas verdes.

5. Toda la energía usada por los seres vivos resulta, en último análisis, de las transformaciones de la energía del sol.

Naturalmente, estos principios no se deben presentar ni explicar a los alumnos como en el curso tradicional. Sirven para aclarar, *en la*

*mente del profesor,* el objetivo de esa etapa del curso. Se requiere aquí que los alumnos lleguen a redescubrir y comprender tales principios a través de un proceso mental propio, que implica valiosa actividad formativa. Para lograrlo, usted hará que surjan en la clase problemas que los alumnos estudiarán y resolverán por medio de razonamientos, observaciones y experimentos.

Por ejemplo, en relación con el primer principio, usted puede interesar a la clase con el siguiente problema: "¿Cómo obtienen los seres vivos energía para moverse y realizar los demás trabajos del organismo?" Una discusión preliminar mostrará la necesidad de estudiar la respiración por medio de experimentos. Se llevarán a clase ratones dentro de campanas, solos o con plantas, en atmósfera de aire, de oxígeno puro, o de nitrógeno. Se soplará dentro de agua de cal y se expirará el aire de la boca sobre la superficie de espejos. Se encenderán velas y fósforos dentro de botellas y se pondrán semillas a germinar para medir el consumo de oxígeno. A medida que los experimentos se planeen, ejecuten y discutan, los alumnos adquirirán un dominio creciente sobre varias técnicas, hechos y nociones. Se entrenarán en la manipulación y observación de plantas y animales y en la construcción de aparatos simples. Adquirirán el hábito de pensar seriamente y con independencia. Reconocerán el valor de la imparcialidad, del rigor en las observaciones, de la organización del trabajo, del registro de resultados, de la cooperación. Aprenderán a respetar la opinión de sus colegas y a comprobarla con experimentos. Se interesarán en leer sobre los temas en que trabajan, apreciarán la elegancia de obras clásicas accesibles, como las de Pristley y Lavoisier. En fin, cada alumno adquirirá en clase una experiencia del tipo de la que adquieren los investigadores en sus laboratorios.



Por este método, los alumnos llegan a los principios científicos a través de una experiencia personal; y éste es el único modo de realizar un aprendizaje real. Además, así se alcanzan no solamente los objetivos de la materia, sino también los referentes a habilidades y actitudes. El papel que desempeña la lista de principios consiste en ayudar al profesor a orientar los trabajos de la clase, permitiéndole actuar con mayor seguridad y clarividencia en el planteo de problemas y en la selección de experimentos.

### Conceptos y Hechos

El comprender significa establecer relaciones de tipo causa-efecto entre diversos procesos. Podemos saber que la pata del caballo está formada por un solo dedo, pero sólo lo comprenderemos si llegamos a apreciarla como el resultado de mutaciones acumuladas en el transcurso de una larga historia de autopreservación para escapar del agresor en los prados del Período Eoceno. Podemos saber los nombres y las características de todos los grupos de animales y, sin embargo, no llegamos a comprender cómo la fantástica multiplicidad de especies existentes obedece a una jerarquía taxonómica, si no la interpretamos como el resultado de la acción de las fuerzas evolutivas. Podemos conocer las diferentes fases por las que pasa el embrión humano, pero no llegamos a entenderlas si no las vemos como la consecuencia de la acti-

vidad programada de enzimas, cuya estructura está especificada por el ácido desoxirribonucleico de nuestros cromosomas.

La enseñanza debe basarse más en la comprensión que en el conocimiento. Para eso es indispensable que los estudiantes lleguen a estructurar la materia de estudio bajo la forma de conceptos, principios y generalizaciones y no como hechos aislados. Mientras se les presente la biología como una serie de descripciones de seres vivos y de partes de seres vivos, salpicadas de términos técnicos nunca se conseguirá alcanzar ese resultado.

¡Sean las clases de biología una aventura para el espíritu de los alumnos! Desafiemos su inteligencia con problemas dignos de ella, tales como los siguientes:

1. ¿Cómo se explica la sucesión de especies que describe la paleontología?

2. ¿Por qué las especies presentan semejanzas notables, por encima de las diferencias que las separan?

3. ¿Por qué mecanismo los hijos son siempre semejantes, aunque no idénticos, a sus progenitores?

4. ¿Cómo se explica que los seres vivos posean los órganos más precisamente adecuados para desempeñarse en el ambiente que les es propio?

5. ¿Cómo puede un enorme conglomerado de células (cuerpo humano) actuar como una unidad, coordinada y coherente?

6. ¿Por qué el hígado es capaz de segregar y el bíceps de contraerse?

7. ¿Cómo es posible que nuestra temperatura se mantenga igual en el invierno que en el verano?

8. ¿Cuál es la índole de la investigación científica; cómo se realiza y qué pretende hallar?

9. ¿Por qué tortuosos caminos se ha desarrollado en la mente humana el concepto de vida?

10. ¿Cómo ha influido el hombre sobre los demás seres vivos y cómo sería deseable que influyera?

**Temas Unificadores**

Las preguntas anteriores nos introducen a otras tantas apasionantes áreas del conocimiento. Éstas fueron recomendadas por la Primera Conferencia Interamericana sobre la Enseñanza de la Biología (véanse Actas de la Conferencia, 570-S-6783, OEA, 1973) como "Temas Unificadores", en torno a los cuales debe girar la enseñanza de toda la biología:

1. Evolución de los seres en el tiempo.
2. Diversidad de tipos y unidad de patrones en los seres vivos.
3. Continuidad genética de la vida.
4. Relación y complemento del individuo y el medio.
5. Raíces biológicas del comportamiento.
6. Relación entre estructura y función, y entre organización y actividades.
7. Mecanismos de regulación y homeostasis.
8. La ciencia como indagación.
9. La historia de los conceptos biológicos.
10. El hombre y el equilibrio biológico de la Tierra.

El consenso moderno es que en esos campos se concentran los temas biológicos de mayor trascendencia: aquellos que propician una comprensión amplia y profunda de la naturaleza de los seres vivos y que deben incluirse como base de un buen curso, abarcando análisis y discusiones y procurando así que las observaciones y los hechos recogidos por los alumnos adquieran significado.

El sentido de lo que acabamos de afirmar resulta más claro cuando se considera un ejemplo concreto.



**Renacuajos, Hechos y Conceptos**

Supongamos que sus alumnos traen, de una excursión, huevos de sapo que en el laboratorio se transforman en renacuajos. Entonces, usted decide aprovechar el interés despertado para hacerlos estudiar los anfibios y organiza una lista de puntos a tratar. Estos puntos tendrán valor didáctico muy diferente si usted sigue la tradición o si decide inspirarse en temas unificadores. En el primer caso, el tratamiento será, principalmente, morfológico y taxonómico (con un poco de ecología y evolución) en tanto que en el segundo caso será dinámico, evolutivo, ecológico y fisiológico, sirviendo además para mostrar cómo progresa la ciencia (Cuadro 11).

**Cuadro 11. Temas de Un Programa Sobre Anfibios, Organizado a Propósito de Renacuajos que se Crían en el Laboratorio**

| Tratamiento Convencional | Tratamiento Inspirado en los Temas Unificadores* |
|---|---|
| Los renacuajos son la cría de los anfibios. Poseen cola y branquias. | Por la forma del cuerpo y modo de vida los renacuajos se parecen más a los peces que a los |

* Los números entre paréntesis corresponden a los temas unificadores citados anteriormente.

| Tratamiento Convencional | Tratamiento Inspirado en los Temas Unificadores |
|---|---|
| | adultos en los que se transforman. Esto indica que los peces son los antecesores de los anfibios (1). |
| La clase de los *Amphibios* se divide en tres órdenes: los *Urodelos* que conservan la cola de adultos; los *Anuros* que pierden la cola; y los *Apodos* que no tienen miembros. | Los primeros anfibios de que se hallaron fósiles, como el *Eryops* del Período Pérmico, vivían fuera del agua en el estado adulto, pero poseían cola y ponían huevos en el agua. De ellos deben haber surgido los reptiles, mejor adaptados aún a la vida terrestre, pues ponen huevos con cáscara y en seco (1, 4). |
| A medida que los renacuajos crecen, les nacen las patas, se forman los pulmones y la cola va desapareciendo. Esas transformaciones se llaman "metamorfosis". | Comparar los caracteres del renacuajo con los del sapo adulto para descubrir diferencias y semejanzas (2). Concluir que en ellos existen genes que están inactivos durante la formación del renacuajo, pero que entran en acción para determinar la metamorfosis (3). |
| Vamos a mantener los renacuajos en el laboratorio para observar su transformación o metamorfosis. | Vamos a planear un experimento: dar a los renacuajos hormonas de tiroides para verificar si así se acelera la metamorfosis (4). En este experimento es importante tener un grupo de renacuajos que no recibe tiroxina (grupo testigo); de lo contrario no se puede extraer ninguna conclusión (8). |
| Los renacuajos, como los peces, respiran por branquias el aire disuelto en el agua. Los sapos adultos respiran, por pulmones, el aire atmosférico. | Disecar un renacuajo y un sapo adulto para mostrar las branquias del primero y los pulmones del segundo. En la discusión, mostrar cómo las branquias sólo pueden funcionar en el agua y los pulmones fuera de ella, a pesar de que ambos desempeñan la misma función (4, 6). |
| Observar al microscopio la circulación sanguínea en la cola de un renacuajo. | Experimento: observar al microscopio la circulación en un capilar de la cola del renacuajo; |

| Tratamiento Convencional | Tratamiento Inspirado en los Temas Unificadores |
|---|---|
| | contar el número de impulsos por minuto (correspondiente al número de latidos cardíacos); colocar sucesivamente en el agua en que se halla el renacuajo gotas de disoluciones diluidas de cafeína, nicotina, acetilcolina, etc. Observar cómo se altera la frecuencia de los latidos cardíacos (7). |
| En la época de la reproducción, los sapos se encuentran próximos a lagunas. El macho abraza a la hembra (abrazo nupcial) y los dos lanzan sus gametos en el agua, donde tiene lugar la fecundación que, por lo tanto, es externa y acuática en los anfibios. | En la época de la reproducción, los sapos procuran el agua, impulsados por un instinto. El macho aprieta a la hembra por detrás y, así, produce en ella el reflejo del desove. Es, también, un reflejo que hace al macho lanzar la esperma sólo cuando la hembra está desovando. Eso aumenta la probabilidad de encuentro entre los gametos dentro del agua (4, 5, 7). |
| El padre italiano Spallanzani, en el siglo XVII, descubrió la fecundación externa de los sapos. | Dar a los alumnos para leer, y después discutir en clase, el texto del trabajo de Spallanzani que describe los experimentos que lo llevaron a descubrir el papel de la esperma en la fecundación de los sapos (9). |
| Los sapos comen insectos, capturándolos con la lengua. | Los sapos poseen una lengua larga, situada en la parte anterior de la boca. En reposo, la lengua queda doblada para adentro. Para capturar un insecto, la lengua es lanzada hacia afuera con enorme velocidad, toca al insecto, lo adhiere por medio de su saliva pegajosa y lo atrae hacia adentro de la boca. El sapo, como el tamanduá depende de la lengua para sobrevivir (4, 5, 6). |
| Los sapos son útiles en las huertas porque eliminan muchas larvas y otros insectos que perjudican a las plantas cultivadas. | Los sapos son eficaces destructores de insectos. El hombre que destruya los sapos, o modifique el medio de modo que lo torne inapropiado para su sobrevivencia, favorece indirectamente la proliferación de los insectos dañinos (10). |

# 8

*En dos años, la fama del Licenciado Fernández trascendió las fronteras de su escuela y se extendió por el país. Haber sido alumno de dicho profesor significaba ingreso seguro en la universidad. Por otra parte, su fama era más bien legendaria, pues el Licenciado Fernández continuaba metido en su escuela trabajando con sus alumnos y nadie lo veía. Se celebró un congreso internacional y los organizadores contaban con él para impresionar a los visitantes. Eliana fue la encargada de darle la noticia y le telefoneó para transmitirle la invitación de hablar en el congreso internacional.*

*Ignacio aceptó, pero, en la sesión inaugural, el Presidente del congreso leyó un telegrama que acababa de recibir:*

> *IMPOSIBLE PRESENTAR MEMORIA SOBRE IMPORTANCIA EXCURSIONES COMO RECURSO DIDÁCTICO. QUEDÉ TAN CONVENCIDO POR MIS PROPIOS ARGUMENTOS QUE ESTOY ACAMPADO PLAYA TREINTA ALUMNOS REALIZANDO FECUNDACIONES ARTIFICIALES ERIZO DE MAR. SALUDOS IGNACIO FERNÁNDEZ*

## LA TEORÍA DE LAS PRÁCTICAS



Enseñar biología sin que los estudiantes tengan oportunidad de observar directamente a los seres vivos es cometer una violencia contra la mente de los jóvenes. Todo curso de biología debe incluir actividades prácticas. Pero, con frecuencia, no se obtiene de las prácticas todo el resultado que se debiera y, cuando éstas son rutinarias y aburridas, perjudican más que ayudan a los alumnos. Es, por tanto, necesario rectificar la manera de presentar las clases prácticas y aumentar su número.

### Función de las Prácticas

Las prácticas bien organizadas están dotadas de los siguientes valores educativos en grado más elevado que cualquier otra actividad:

a. despiertan entusiasmo por la naturaleza y por la ciencia; presentan, como dijo S. Ramón y Cajal, "una virtud que apasiona y vivifica, un fermento que actúa sobre nuestra inercia mental";

b. hacen que los alumnos sientan y comprendan la naturaleza con fidelidad;

c. favorecen la fijación de los hechos, puesto que estos han sido observados y sentidos, y no meramente descritos.

Para que las prácticas tengan tales propiedades es menester que el profesor, al organizarlas, las sitúe adecuadamente dentro del proceso de aprendizaje.

El objeto más mediocre, y más común, de la actividad práctica es el de hacer que el estudiante vea cómo son ciertas estructuras, solamente para saber cómo son. Es lo que sucede, por ejemplo, cuando los alumnos observan una colección de hojas de diferentes formas y aprenden cuáles se llaman ovaladas, palmeadas, pinadas, etc. Si las formas de las láminas fueran completamente diferentes, esto en nada influiría sobre los conceptos biológicos del estudiante. Lo mismo sucede con las observaciones anatómicas, histológicas y citológicas puramente descriptivas.

Para enriquecer el valor educativo de las prácticas, lo mejor es colocarlas dentro de un contexto problemático. Ahí pueden ocupar diferentes posiciones y desempeñar diferentes funciones, como se ve en el Cuadro 12.

**Cuadro 12. Ubicación de las Prácticas en la Serie de Etapas del Pensamiento Científico**

| Etapa del Pensamiento Científico | Función de la Actividad Práctica | Ejemplos |
|---|---|---|
| 1. Percibir lo problemático de cada situación. | 1a. Despertar interés. | 1a. Comenzar la unidad sobre citología mostrando, al microscopio, células de la mucosa bucal de un alumno. |
| | 1b. Sugerir problemas. | 1b. Montar un osmómetro de celofán para suscitar la pregunta "¿por qué sube el agua en el tubo?", y llegar al estudio de la ósmosis, plasmólisis y absorción. |
| 2. Aislar y definir el problema. | 2. Distinguir, entre varios factores, cuál es la causa de determinado efecto para entonces plantear el interrogante de cómo actúa tal factor. | 2. Después de observar que las plantas germinadas dentro de un armario cerrado no son capaces de formar clorofila, hacer un experimento para verificar si la causa de esta incapacidad es la falta de luz o la falta de aire circulante. De allí surge el problema más fundamental: ¿por qué la luz (o el aire) es necesaria a la planta? |
| 3. Formular hipótesis plausibles para explicar el fenómeno. | | |

| Etapa del Pensamiento Científico | Función de la Actividad Práctica | Ejemplos |
|---|---|---|
| 4. Verificar las hipótesis confrontándolas con razonamientos lógicos, con hechos conocidos o con datos obtenidos en experimentos. | 4. Proporcionar datos para confirmar o refutar hipótesis. | 4. Para explicar porqué las semillas de frijol mueren sin germinar en el fondo de un vaso lleno de agua, los estudiantes llegan a dos hipótesis: a) mueren por exceso de agua; b) mueren por falta de oxígeno. Poniendo frijoles en el fondo de un vaso con agua mezclada con una cuarta parte de agua oxigenada se observa que los frijoles germinan. El factor importante es, pues, el oxígeno. |
| 5. Aceptar como científicamente válida a aquella hipótesis que resista todas las pruebas. | | |
| 6. Generalizar las conclusiones a que se ha llegado. | 6. Ofrecer situaciones nuevas en las cuales se pueda utilizar lo aprendido. | 6. Después de estudiada la ósmosis en el osmómetro de celofán, y conocida la estructura de las células vegetales adultas (con gran vacuola), hacer que los alumnos observen la plasmólisis y traten de explicarla. |



**¿Prácticas Individuales?**

Los alumnos pueden hacer los trabajos prácticos en equipos o individualmente, en casa o en la escuela. Por otro lado, el profesor puede hacer los experimentos en su pupitre y discutirlos con los alumnos. ¿Qué es lo más conveniente? Esto depende de la función que queremos que desempeñen.

La práctica individual es indispensable si se trata de aprender una técnica como, por ejemplo, manejar el microscopio. Pero, en la enseñanza secundaria, son pocas las técnicas biológicas que se necesita enseñar. Por esto, sólo algunos ejercicios deben ser obligatoriamente individuales. Los trabajos en equipo son excelentes cuando se con-

sigue que de la discusión entre los miembros del equipo surjan ideas sobre cómo organizar el experimento o cómo interpretarlo. El inconveniente es que requieren instalaciones de laboratorio que muchas escuelas no poseen y un excelente dominio de la clase por parte del profesor para mantener todos los equipos activos, y evitar que el trabajo se transforme en una rutina sin valor.

La demostración dirigida por el profesor y discutida con los alumnos es la más fácil de realizar. Es natural entonces que se adopte para la mayoría de los trabajos prácticos en las escuelas corrientes, pues, si el maestro es competente en el uso del método científico, lleva a los alumnos con mayor seguridad a analizar e interpretar los experimentos y a proponer otros.

Actividades Prácticas en la Casa

Una solución accesible cuando la escuela no cuenta con un laboratorio apropiado es basar el entrenamiento experimental en actividades que los alumnos realicen en sus casas. Para esto es necesario que cada uno disponga de una guía de experimentos, la cual no sólo debe contener instrucciones de cómo proceder sino también preguntas que planteen problemas interesantes susceptibles de ser dilucidados mediante los experimentos propuestos.

La gran ventaja de este método es que permite a cada alumno realizar por cuenta propia decenas de experimentos e interpretarlos por sí mismo antes de discutir sus conclusiones en clase con sus compañeros y el profesor. Se logra así un excelente programa experimental sin necesidad de instalaciones o gasto de material.



Nada impide, por otra parte, que la discusión de los experimentos hechos en casa culmine con la demostración por el profesor de otros experimentos menos sencillos.

Dos puntos son esenciales: a) los alumnos deben tener una noción clara del problema que van a tratar de esclarecer experimentalmente y b) las actividades no deben exigir otro material que el que comúnmente se encuentra en las casas.

En un curso como éste se aconseja organizar el trabajo de la siguiente manera, en el supuesto que se impartan tres clases por semana:

1. En la primera clase se suscita una discusión que conduzca a la identificación de ciertos problemas. Por ejemplo: la pregunta ¿"qué efecto tiene la luz en el crecimiento de las hortalizas? " puede llevar a experimentos sobre fototropismo, que los alumnos harán en casa siguiendo el plan acordado durante la discusión o, en su defecto, las instrucciones escritas dadas por el profesor, acompañadas de preguntas que los oriente en el análisis de los resultados.

2. En la segunda clase se discuten los datos obtenidos por los alumnos durante la semana, o en semanas anteriores, de acuerdo con la duración del experimento. Conviene que los alumnos escriban respuestas

a las preguntas-guía a fin de facilitar la discusión, pero no hay que exigirles informes extensos, los que anulan la motivación. Cuando hay discrepancia en las conclusiones, éstas deben atribuirse en general a errores de técnica o de observación. En este caso, el profesor repetirá el experimento en clase y aclarará las dudas.

3. La tercera clase se dedica a analizar las conclusiones y a proponer nuevos experimentos que reflejen los principios aprendidos. Es importante que los alumnos ejerciten su iniciativa contribuyendo a fijar las conclusiones finales.

## Técnicas de las Clases Prácticas

Es corriente que los profesores hagan labor práctica solamente al final de las clases, o en clases especiales, después de estudiada la parte teórica. De este modo, desperdician gran parte del valor educativo de los experimentos, los cuales deben ser el punto de partida de las discusiones sobre los aspectos conceptuales.

En el caso de los trabajos individuales es preciso evitar dos extremos igualmente nocivos: dejar a los alumnos sin ninguna orientación y robarles toda iniciativa por exceso de instrucciones. El estudiante debe entrar en el laboratorio con un problema específico en la mente que deberá resolver mediante experimentos que él mismo ayudó a planear. Debe tener una idea clara de las técnicas necesarias. Pero es bueno que enfrente con sus propios recursos algunas de las dificultades que surjan de improviso. Además, no debe saber de antemano los resultados del experimento. Al obtener los propios, debe interpretarlos y llegar a conclusiones, lo que le obligará a pensar.



Es deseable que algunas veces los hechos resulten contrarios a lo que el alumno esperaba. Esto les ocurre a menudo a los que, por primera vez, ponen semillas a germinar en la luz y en la oscuridad. Como saben que la luz es importante para la vida de las plantas esperan que la plantita iluminada crezca antes que la otra. Si el profesor tiene cuidado de dejar la cuestión pendiente durante la discusión preliminar del asunto, proporcionará a sus alumnos una lección muy saludable. Se verán ante un conflicto entre sus convicciones teóricas y la realidad, lo que pondrá a prueba sus actitudes científicas. En tal caso, es sorprendente cuántos alumnos cierran los ojos a la realidad para no desmentir su convicción anterior. Prefieren creer que cometieron un error durante el experimento a reconocer que las plantitas saben mejor que ellos cómo les afecta la luz. Con frecuencia, escriben en sus informes en buena o mala fe, que la planta iluminada creció más.

Experimentos como éste dan ocasión de establecer, en la discusión, cuál debe ser la actitud del científico ante un conflicto entre la teoría y los hechos. ¿Hasta qué punto el nuevo hecho niega valor a la teoría? ¿Puede ser considerado como una excepción que no destruya la regla? ¿Se debe tratar de salvar la teoría, adoptando sólo aquellos aspectos que están de acuerdo con los hechos observados? ¿Qué nueva teoría sugieren los hechos? Por otro lado, ¿puede confiarse en el resultado de un solo experimento? Para estar seguros de que no se ha cometido un

error de técnica o de interpretación, ¿cuántas veces debemos repetirlo y bajo qué circunstancias diferentes?

Este sencillo ejemplo también ilustra la importancia de los experimentos de control. Para decidir sobre el efecto de la oscuridad en el crecimiento de la planta, no basta sembrar en la oscuridad, hay que tener como término de comparación una serie iluminada.

Esto ocurre siempre que se investiga el efecto de un determinado factor sobre un proceso. La técnica es hacer dos experimentos simultáneos, idénticos en todo respecto, con excepción del factor que se estudia. Al analizar los informes en la clase se tiene ocasión de mostrar la importancia de igualar, al máximo, todos los demás factores en juego. Las semillas en los dos experimentos deben ser de la misma especie y, en lo posible, de igual tamaño. Deben ser sembradas en el mismo tipo de tierra, recibir la misma cantidad de agua, etc.

A este respecto es muy apropiado relatar algunos ejemplos obtenidos de la historia de las ciencias para ilustrar la importancia de la técnica de los experimentos de control. ¿Habría sido posible demostrar que los rayos X aumentan la frecuencia de las mutaciones (lo que valió a H. J. Müller el Premio Nobel) si no se hubiera usado como testigos drosófilas que no fueron irradiadas? Cuando Koch produjo el carbunclo en un ratón, inyectándole la bacteria correspondiente, tuvo cuidado de inyectar en ratones testigos el líquido de cultivo sin los gérmenes para asegurarse de que la enfermedad era producida por los gérmenes y no por el líquido. Pasteur vacunó a un grupo de ovejas contra el carbunclo e inyectó el microbio no sólo en algunos de los animales vacunados sino también en otros que no lo habían sido. Los vacunados, inyectados o no, no murieron; pero los otros, sí. Con este experimento triple comprobó que: a) la vacuna no producía el carbunclo; b) las bacterias inyectadas en los animales que no fueron vacunados producían la enfermedad; c) la vacuna impedía que los animales inyectados contrajeran el carbunclo. Cada una de estas demostraciones refuerza las otras.



Otro punto que debe destacarse en los experimentos de los alumnos es la importancia de la repetición. Un alumno quizás llegue a la conclusión de que la luz es indispensable para la germinación porque la única semilla que plantó en la oscuridad no germinó. Repitiendo el experimento con varias semillas corregirá su error. En sus experimentos, Koch y Pasteur, no inocularon a un solo animal, sino a muchos.

Cuanto más relacionado está con la vida común, más interesante es un experimento.

### El Laboratorio

El disponer de una habitación adecuada para instalar su laboratorio proporciona al profesor enorme ventaja. Si la sala es amplia, lo bastante como para alojar a veinte o treinta alumnos trabajando al mismo tiempo con mesas, microscopios, tubos de ensayo, etc. y agua corriente, nos aproximamos al ideal. Si esto no es posible, se procurará, al menos, transformar en "laboratorio" una parte del aula provista de una mesa para el microscopio, un armario con llave, un acuario,

jaulas para animales pequeños y latas con plantas. En cuanto a otros materiales, se necesitan hojitas de afeitar que sustituyen convenientemente a los micrótomos para preparaciones vegetales y algunos colorantes simples como la tintura de yodo, el azul de metileno y el de Giemsa. Una pequeña colección de preparaciones histológicas y citológicas es de gran utilidad. Un buen conjunto de pinzas, tijeras, agujas, bisturíes y alfileres de fijación facilitarán las disecciones. Los instrumentos de vidrio deben incluir: tubos de ensayo, pipetas, cubetas, retortas y frascos con tapa. Nunca deben faltar materiales modestos pero utilísimos, como corchos de diferentes tamaños, embudos, soportes, latas vacías, etc.

El microscopio es el instrumento más caro y el más difícil de usar con eficacia. Si la escuela sólo tiene uno o dos, como es corriente, es difícil mostrar muchos preparados a todos los alumnos si no se organiza una manera de hacerlo mientras se continúa la clase. Un buen sistema es habituar a los alumnos a ir de uno a uno al microscopio para ver una preparación ya explicada, mientras el profesor sigue dando la clase. Al comienzo, esto causa cierta distracción, pero luego los alumnos se acostumbran y colaboran. Conviene designar a un alumno que haya sido instruido previamente por el profesor para que ayude a sus compañeros, asegurándose así de que cada uno ha completado satisfactoriamente su observación microscópica.

Si la escuela tuviera un jardín, compete al profesor de biología lograr que se planten en éste las especies más útiles para los fines de la enseñanza. Otras fuentes de material son los jardines de las casas de los alumnos y del profesor, el mercado y el campo en general. 

No es necesario que la escuela tenga un museo permanente. Pero el material que se exhiba debe haber sido coleccionado, estudiado y puesto en exhibición por los alumnos mismos. Si el espacio es reducido, cada año se descartará parte del museo para que los nuevos alumnos tengan la oportunidad de exhibir sus hallazgos. Construir un museo es mucho más educativo que contemplarlo.

Los acuarios y viveros constituyen el museo vivo. No se aprende la ciencia de la vida trabajando exclusivamente con cadáveres. Muchas observaciones ecológicas y experimentos de fisiología pueden hacerse cuando hay en el laboratorio animales vivos. Un sapo, un lagarto, un murciélago o un pájaro, mantenidos por algún tiempo en el laboratorio, pueden ser objeto de interesantes observaciones.

Si se coleccionan orugas y las hojas que les sirven de alimento, los alumnos pueden observar cómo tejen su capullo y seguir la sorprendente metamorfosis que las transforma en mariposas. O, quizás, los alumnos se sorprendan un día viendo salir pequeñas avispas de las pupas parásitas que fueron puestas en el cuerpo de la oruga y que los estudiantes creyeron al principio que eran señales propias de la especie. Ciertos frutos descompuestos, recogidos del suelo y llevados al laboratorio, pueden albergar diferentes larvas de insectos, cuyo ciclo reproductivo puede ser parcialmente estudiado.

Para el acuario pueden traerse insectos que andan sobre la superficie del agua, arañas que llevan en los pelitos una gotita de aire con que respirar, larvas de libélulas voracísimas, oligoquetos que parecen pedacitos de hilo, en los cuales, por ser transparentes, pueden observarse los órganos internos bajo un microscopio entomológico; planarias que, al cortarse en dos, regeneran dos individuos, y plantas acuáticas de tipos diversos. El método de locomoción de los pececillos, su respiración y alimentación, las fases por las que pasan los anfibios en su metamorfosis, las características de las larvas de los mosquitos, la eclosión de la fase adulta y muchos otros fenómenos pueden ser observados a satisfacción en los acuarios.

**Excursiones**

Una excursión bien organizada presenta las siguientes ventajas:

a. Despierta gran entusiasmo en los alumnos porque responde a varias de sus tendencias, tales como el espíritu de aventura y la necesidad de hacer ejercicio físico.

b. Ofrece condiciones ideales para fijar nociones nuevas porque se asocian a impresiones agradables y excepcionales.

c. Facilita la relación de disciplinas distintas. El estudio de un riachuelo incluye, por ejemplo, problemas de física, geología, botánica, zoología y ecología.



d. Permite estudiar hechos y relaciones que sería imposible llevar a la clase.

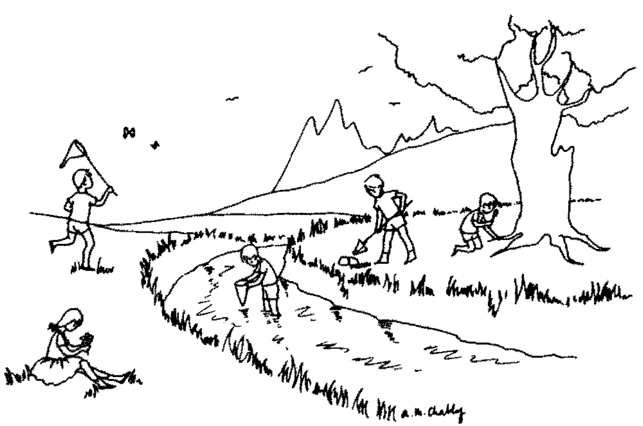
e. Permite aplicar el método científico en situaciones de la vida real.

f. Despierta la iniciativa, el sentido de responsabilidad, la capacidad de planear, la observación y la sociabilidad.

g. Despierta el interés por la naturaleza y la ciencia.

La técnica de realizar excursiones es difícil, pero mejora rápidamente con la práctica. Demanda del profesor dedicación, capacidad de trabajo y una cultura biológica variada. La falta de práctica puede ser compensada, en parte, por una organización cuidadosa y un estudio previo del lugar que se va a visitar. Profesores que por años llevan a sus alumnos a los mismos lugares de excursión acaban por adquirir un conocimiento muy completo de los hechos y problemas significativos que deben explorar. Es fundamental que los alumnos se den cuenta de que el profesor se siente a gusto en plena naturaleza y hace la excursión con placer y entusiasmo.

A toda excursión debe preceder una fase preparatoria, en la cual se planee y discuta con los estudiantes la labor que se espera hacer en ella. Los objetivos de la excursión deben ser claros y concretos. Objetivos vagos como "observar la belleza del paisaje", deben evitarse en estas ocasiones. Mejor es "hacer un herbario con las plantas más comunes que se



encuentran y después clasificarlas", o "ver qué especies de insectos se posan en las flores", o "estudiar las condiciones de la vida acuática en un riachuelo e identificar los animales que viven allí". Esto no quiere decir que sólo se estudielo que se había planeado. Las observaciones inesperadas son, a veces, las más educativas. Pero, es indispensable que los alumnos tengan la sensación de haber cumplido una misión. Es conveniente que cada estudiante o grupo de estudiantes tenga una tarea concreta. Unos se encargarán de las plantas de semillas, otros, de los helechos, musgos y algas. Unos coleccionarán solamente insectos posados, otros, en vuelo, y los demás, distintos animales. Habrán estudiantes encargados de tomar notas, sacar fotografías, preparar el material y transportarlo, redactar un informe.



Un error corriente es olvidarse de todo lo relacionado con la excursión una vez terminada la misma. Una excursión no rinde la mitad de su provecho si no va seguida de un estudio serio del material recogido, de su preparación y exposición, y de la redacción y discusión de un informe.

### Los Clubs de Biología

El método de proyectos es uno de los considerados más pedagógicos. Pero, aun en los buenos cursos, los alumnos tienen poca ocasión para desarrollar proyectos propios. Los clubs de ciencias han ayudado a resolver este problema. En ellos, los alumnos pueden hacer sus experimentos con libertad, orientados por consejeros. La finalidad principal de los clubs de ciencias es ofrecer a los jóvenes oportunidades de hacer trabajos con el mismo espíritu con el que investigan los hombres de ciencia. Muchos descubren así su vocación y se encaminan más tarde hacia profesiones de tipo científico. Pero, los clubs de ciencias son aún más importantes para los que se dedicarán luego a otras ocupaciones ya estos no tendrán quizás otra oportunidad de establecer un contacto directo con la ciencia. Las actividades de estos clubs permiten a sus miembros adquirir actitudes mentales de gran valor y comprender la función de la ciencia en la sociedad moderna.

El club ha de funcionar en forma perfectamente democrática. Sólo deben participar en él los alumnos que lo deseen. Los propios miembros

eligen sus representantes, deliberan, toman decisiones y trabajan en colaboración, al mismo tiempo que siguen adelante con sus experimentos individuales. El profesor debe actuar como consejero discreto y consultor científico. La práctica demuestra que los adultos no necesitan hacerles más las cosas a los jóvenes. Cuando estos tienen en sus manos la responsabilidad, se muestran ansiosos de trabajar y, en general, lo hacen bien.

Muchas son las actividades de los clubs de biología. El estudio de la flora y la fauna locales es inagotable: la observación de los hábitos de los diversos animales, los experimentos de fisiología y genética, el uso del microscopio y el entrenamiento en técnicas especiales, como las de histología y bacterología. Son especialmente educativos los planes colectivos para estudiar problemas de la comunidad, como la incidencia de ciertas enfermedades, la manera de mejorar su profilaxis, la conservación de los recursos naturales, la contaminación del agua, la lucha contra la erosión. Estos proyectos hacen que los estudiantes visiten los servicios sanitarios, instalaciones y laboratorios, que estudien publicaciones y que escriban informes, cartas y sugestiones a las autoridades. Entran, así en pleno contacto con los problemas sociales y se preparan para desempeñar mejor sus deberes y tareas cívicas.



*El profesor Fernández acostumbraba a visitar el Departamento de Educación una o dos veces por mes. Estas visitas no eran consecuencia exclusiva de su enorme interés por la enseñanza, pues cesaron justamente cuando Eliana dejó el empleo para ejercer como profesora de primaria. Había terminado sus estudios de normalista y recién había sido nombrada en ese cargo.*

*Los lugares de encuentro pasaron a ser ahora los salones de té, donde, sin conciencia del tiempo, charlaban por horas acerca de lo que ocurría en las clases que ella enseñaba.*

*Incentivado por su amistad con Eliana, Ignacio se interesó vivamente por los métodos de enseñanza primaria, asunto al que nunca antes había dedicado atención.*

## LA MAESTRITA

Si hay instituciones en las que no puede ni debe tolerarse una enseñanza mediocre son precisamente las escuelas donde se forman profesores. De hecho, es una tendencia natural de los estudiantes cuando asumen la tarea docente de adoptar los mismos defectos y virtudes de los cursos que ellos hicieron.

### La Biología en la Escuela Primaria



En la actualidad se observa un resurgimiento del interés en mejorar la enseñanza de ciencias en la escuela primaria. Éste es muy oportuno, pues es en la escuela primaria donde se inicia el proceso de degradación sistemática de la mente del joven, que la escuela secundaria suele completar. Desde los primeros años se obliga a los niños a memorizar el nombre de los huesos del cuerpo humano, de las cavidades cardíacas, de los tipos de raíces de las plantas y de las partes de las flores pero, casi nunca, se les hace palpar su propio cuerpo para descubrir cómo se mueven sus huesos por acción de los músculos en torno de las articulaciones; o tomar el pulso de un colega al mismo tiempo que se escuchan sus latidos cardíacos, para comprender así la función del corazón; o investigar cómo de las flores se forman frutos y semillas para la reproducción.

La doctrina presentada en este libro sobre la manera de enseñar biología y ciencias en general se aplica a todos los niveles de la enseñanza, desde primaria hasta la universidad, pasando por las escuelas-talleres y las normales. Sin embargo, entre los diversos niveles, deben haber diferencias con respecto a:

a. La extensión y profundidad de la materia tratada;

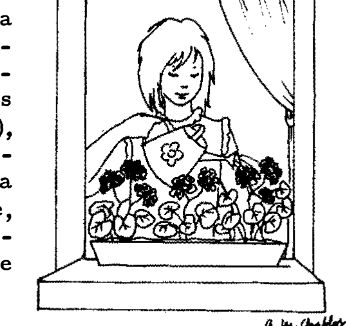
b. La preponderancia de ciertos tipos o fases de trabajo de los alumnos.

Pongamos ejemplos. De la escuela primaria hasta la universidad se debe tratar de las flores. Pero, en la primaria, la apreciación estética de las flores y sus valores poético y simbólico deben ser tratados

con preponderancia a los aspectos botánicos. Es importante que los niños, sin ninguna intención de estudio sistemático, convivan con las flores, cuiden de ellas, las usen como regalos, aspiren su perfume, observen cómo se abren sus botones y luego se marchitan. La finalidad principal es hacer que el niño se compenetre con la naturaleza viviente. No obstante, siempre que se presente la ocasión es bueno plantear problemas sencillos que den significado a la actividad de los alumnos y contribuyan a entrenar su mente. Por ejemplo, un problema adecuado es: "¿para qué sirven las flores?" En la discusión preliminar debemos aceptar como igualmente válidas las contestaciones que subrayen tanto los valores ornamentales como los biológicos. Se procurará luego que el discípulo reconozca que la flor es un órgano muy importante de la planta, así como nuestras manos y el corazón son órganos esenciales del ser humano y que, por lo tanto, deben ser útiles *para la propia planta,* así como lo son para nosotros. El grupo podrá decidirse a observar, periódicamente, las flores de una determinada planta en los jardines de la escuela o de sus casas y ver qué es lo que ocurre con ellas. Cada niño prepara una flor secándola entre las hojas de un diario y observa otras en la misma planta hasta que producen frutos y semillas. La primera parte del proyecto termina con una exhibición de las flores (coleccionadas) teniendo, a su lado, el fruto y las semillas correspondientes (pegadas en cartulina). En la segunda parte del proyecto se siembran algunas de las semillas obtenidas y se observa su germinación y cómo se desarrolla la nueva planta (las primeras hojas cotiledóneas son a veces muy distintas de las demás hojas) hasta cerrarse el ciclo con la producción de nuevas flores.



Actividades de este tipo ofrecen a los niños la oportunidad de adquirir destreza manual (preparar el herbario y la exposición), hábitos de planeamiento y desempeño responsable de tareas (observar las flores en la planta, regar las plantitas), discusión organizada, apreciación estética, etc.; y también incluyen un problema teórico (¿para qué sirven las flores?) que, a costa de la observación directa, es finalmente resuelto (producir semillas, que se transforman en otras plantas).



En resumen, el programa de primaria se elaborará con miras a:

a. proporcionar a los niños amplio contacto con la naturaleza, sin propósito de estudio formal;

b. aprovechar el interés de los alumnos en los problemas sencillos que se susciten para hacerlos razonar de manera adecuada;

c. promover actividades que contribuyan a la adopción de buenos hábitos higiénicos y aumenten la comprensión de las medidas sanitarias;

d. incluir parte práctica variada que proporcione a los alumnos ocasión de adquirir habilidades, hábitos y actitudes convenientes;

e. asociar los aspectos científicos de la naturaleza con los estéticos, utilitarios y sociales.

## La Biología en las Escuelas Normales

En las escuelas en que se forman los maestros y profesores de América Latina hay, por desgracia, la tendencia a la enseñanza expositiva, realzando el aspecto morfológico y descriptivo. Y ésta es la principal razón de que perdure este mismo defecto en la enseñanza primaria y la secundaria. Es condición primordial que las escuelas normales adopten, en masa, los requisitos mínimos de un curso aceptable, los cuales son: abolición del método expositivo, adopción del método de problemas, abundancia de prácticas y aproximación de la ciencia a los hechos de la vida común.

La enseñanza de la biología en las escuelas normales debe estar inspirada en los siguientes objetivos:

a. Perfeccionar en los estudiantes la comprensión de la ciencia y del método científico a fin de que puedan, en el ejercicio del magisterio primario, orientar el pensamiento científico de la niñez, en vez de sólo transmitir información.

b. Hacer que los estudiantes adquieran los conocimientos necesarios para comprender los factores biológicos que actúan en el desarrollo físico y mental de la niñez, y por ende puedan descubrir y controlar los que sean nocivos.



c. Proporcionar a los estudiantes la oportunidad de capacitarse, en el ámbito de la escuela, en el campo de la educación sanitaria y de las actividades profilácticas y asistenciales bajo la orientación de las autoridades médicosanitarias.

El método de problemas ha demostrado ser el más eficaz, no sólo en lo que se refiere a los objetivos formativos sino a los informativos. Este método coloca a los alumnos en la situación de pensar por sí mismos, de reunir datos experimentales y bibliográficos, de formular y poner a prueba hipótesis, de discutir sus ideas con compañeros y profesores, etc. Además, el método de problemas puede ampliarse y así asumir la dimensión del método de proyectos.

Las actividades de los estudiantes deben organizarse de preferencia en torno a:

a. experimentos de laboratorio y excursiones;

b. organización de clubs de ciencias promovidos por los normalistas para alumnos de primaria, como proyecto conjunto de las cátedras de ciencias físicas y biológicas, biología educacional y metodología;

c. organización de ferias de ciencias, donde se exhiban trabajos de los normalistas y de los alumnos de primaria;

d. proyectos que incluyan la compilación de datos sobre problemas de salud pública y desarrollo de la escuela;

e. actividades relativas a campañas profilácticas (vacunación, etc.);

f. entrenamiento en casas cuna y consultorios externos, dispensarios y otras instituciones relacionadas con la salud del niño;

g. reuniones con ex alumnos y profesores de la región destinadas a captar de primera mano impresiones sobre sus actividades profesionales.

## Cómo Llevar a Cabo Un Proyecto

La enseñanza tradicional consiste en la explicación verbal por parte del profesor de los temas señalados en el programa. En contraste con el método de problemas, es un sistema pobre porque, si bien produce una acumulación de nociones que posteriormente serán usadas en situaciones de exámenes, no entrena a los estudiantes en las avenidas del pensamiento científico. El método de problemas es mejor y a diferencia del tradicional hace hincapié en la necesidad de despertar en el estudiante interés por resolver un problema de modo que el trabajo es a la vez dinámico y creativo. Así, lo que importa es la actitud inquisitiva del estudiante, que buscará la información por ser necesaria a la solución del problema. Los sicólogos garantizan que este tipo de aprendizaje es más genuino y se retiene con más facilidad.

Las ventajas de este método se acentúan cuando los problemas están concatenados como partes de una actividad más amplia: un proyecto.

Las características esenciales del método de proyectos son:

1. La actividad está dirigida hacia una meta bien definida, a materializarse en algo concreto: la construcción de un aparato, un análisis minucioso de una situación, la selección racional de una modalidad de acción en la vida real. Pongamos ejemplos: "Investigar y relatar la incidencia de verminosis en la escuela" o "Determinar cuál es la merienda escolar barata más satisfactoria en cierta región". En un buen proyecto, los problemas surgen con naturalidad y son encarados y resueltos como recursos para llegar a la realización final.

2. El proyecto está basado en la solución de un problema de cierta magnitud (que abarca varios otros) que, de preferencia, sirve de título al proyecto (por ejemplo, ¿hasta qué punto es eficaz la vacuna BCG? ).

3. El proyecto no es una tarea determinada por el profesor: debe ser seleccionado, discutido y planeado por la clase en pleno (profesor y alumnos).

4. El objetivo es lo único fijo del proyecto. La actividad planeada al comienzo se va restructurando conforme sea necesario y de acuerdo con las nuevas ideas que surjan. Así se acostumbra a los estudiantes a enfrentar, con actitud creadora, situaciones que por ser reales son con frecuencia inesperadas.

5. El trabajo de los estudiantes durante el desarrollo de un proyecto es variado, y puede consistir en:

a. experimentos en clase o en el laboratorio;

b. recolección y observación de material durante excursiones;

c. entrevistas con especialistas y autoridades para recoger opiniones sobre el asunto objeto de estudio;

d. recopilación de datos de libros y revistas;

e. participación en campañas profilácticas;

f. permanencia en casas cuna, consultorios externos, dispensarios y otras instituciones de asistencia a la niñez;

g. participación en clubs o ferias de ciencias, bien realizando trabajos propios bien orientando la labor de alumnos;

**Directivas para la Ejecución del Proyecto**

A. El primer paso consiste en la selección del problema. Se recomienda que la clase considere varias posibilidades antes de decidirse por una. El tipo de escuela y la ciudad donde se halla, así como las características y preferencias del grupo influyen en la decisión.

B. Una vez seleccionado el proyecto, su ejecución debe ser objeto de un planeamiento en líneas generales. En esta etapa no debe insistirse en los detalles, sino más bien delinear a grandes rasgos las actividades principales a fin de que pueda iniciarse el trabajo.

C. Hay que crear comisiones o equipos y a cada uno asignársele una tarea específica: redactar cartas, buscar datos en libros, entrevistar especialistas, aprender ciertas técnicas, obtener los permisos necesarios de las autoridades competentes, reunir datos, analizar resultados, escribir informes, etc.



D. Cada equipo planea y ejecuta la tarea asignada, y con frecuencia consulta al grupo sobre las dificultades encontradas y los resultados obtenidos. De este modo cada estudiante tiene la oportunidad de seguir el trabajo de los diversos equipos y cooperar con ellos.

E. La etapa principal del proyecto es la investigación o la recolección de datos. Es esencial que los equipos encargados de estas tareas, se sientan seguros en cuanto a las técnicas que van a emplear, a fin de disminuir la probabilidad de cometer un error.

F. Cuando el proyecto requiere la recolección de muestras, como es el caso de determinar la frecuencia de helmintosis entre los alumnos, es necesario poner especial cuidado de que la muestra no represente una simple tendencia, sino por el contrario, sea una representación fiel de la población escolar en estudio. En este sentido, el método debe garantizar que la muestra sea tomada al azar y no resulte de una selección consciente o inconsciente. Este aspecto es esencial si se quiere aplicar a los resultados el análisis estadístico que se recomienda.

G. Reunidos y analizados los datos, es necesario escribir el informe final, que estará basado en los informes parciales de los equipos. Claridad, objetividad e interpretación rigurosa deben caracterizar la redacción. Solo después de digerido y discutido en clase, se redactará el informe de manera definitiva.

H. Una vez hecho todo esto, no debe considerarse terminado el proyecto. Para que el trabajo tenga valor, es necesario que, como consecuencia de él, se logre una mejora. Las conclusiones, acompañadas de sugestiones, deben hacerse conocer a quien pueda aplicarlas. En el caso de los hallazgos sobre la helmintosis, por ejemplo, el director de la escuela a partir de los resultados del proyecto, podría disponer una campaña en su contra con auxilio del servicio médico escolar o del dispensario.

### Los Temas

Cuando es indicado el estudio sistemático por toda la clase de algún asunto relacionado con el proyecto o referente a un tema que no es apropiado para estudiar en forma de proyecto, el profesor seleccionará un texto (libro o apuntes) y se asegurará que el estudiante cuente con él con suficiente antelación al día en que el tema deba ser discutido. Sugiérese que el estudio de cada tema conste de las siguientes etapas:

a. El profesor presenta los problemas que van a ser considerados respecto al nuevo tema y aclara las partes más difíciles o que exijan conocimientos previos.

b. Estudio del material práctico referente al tema.



c. Estudio dirigido en clase a fin de que los estudiantes adquieran buenos hábitos de estudio en textos. Si ya se hubiese dominado tal técnica, el estudio podrá hacerse en casa, si bien debe mantenerse la discusión en grupo.

d. Un examen, más bien sencillo, con pocas preguntas de respuesta inmediata, de 10 a 15 minutos de duración, con el objeto de reforzar artificialmente la motivación de los alumnos al estudio o en el texto y fijar la atención en los puntos principales de la discusión que seguirá. Una vez implantado el sistema, el examen puede ser suprimido, puesto que los alumnos tienen ya motivación natural para estudiar antes de la discusión.

e. Amplia discusión del tema (puede durar varias clases), acompañada de la presentación de dudas e ideas por parte de los alumnos y de preguntas que relacionen la materia del texto con nuevos problemas, por parte del profesor.

Es aconsejable la proyección de películas y diapositivas, tanto en la etapa a, como en la e.

### Ejemplos de Proyectos*

*Cultivo en una huerta.* Cultivar con los alumnos un pequeño terreno. Los equipos reúnen información sobre cómo preparar la tierra, hacer

---

* En la obra "Aportes a la Enseñanza de la Biología" publicada por la OEA, en 1974, se presenta un artículo del autor de esta monografía que expone el desarrollo de una unidad didáctica por el método de proyectos. Ejemplos de otros proyectos pueden encontrarse en los dos libros de Lidia Rosenberg Aratangy y colaboradores, citados en la página 122.

adobes, sementeras, técnicas de transplante, riego, etc. Toda la clase discute los informes de los distintos grupos y decide sobre lo que se va a plantar, cómo financiar la huerta, la venta de la producción, etc. Este proyecto es una fuente muy rica de ideas, tanto para proyectos, como para subproyectos, aplicables a la enseñanza primaria y a la secundaria.

*Cómo influye la luz en las plantas.* Plantar semillas en una caja de madera o en la huerta y cubrir algunas de ellas de modo que no reciban luz. Comparar el desarrollo de las plantas que han sido cubiertas con las que permanecieron descubiertas. Una variante es usar latas con semillas en germinación y encerrar una de las latas en un armario, dejar otra en la sombra y una tercera al sol.

*¿Dónde viven las plantas?* Organizar excursiones para ver las plantas en su habitat natural y aprender a distinguir las algas, hongos, líquenes, musgos, etc., así como observar sus exigencias y relaciones ecológicas. Ampliar el proyecto al estudio de animales pequeños.

*Estudio de la gallina clueca.* Traer a la clase una gallina clueca e instalarla en un nido con huevos fecundados. Mantener en otra jaula una gallina que no esté clueca. Los alumnos harán las siguientes comparaciones:

a. ¿cómo reaccionan las gallinas cuando se les da comida?

b. ¿cómo varía su peso con el transcurso del tiempo?

c. ¿cómo difiere la temperatura corporal en ambas gallinas?

d. ¿cómo se comporta la gallina clueca cuando una persona se aproxima, cuando se levanta del nido, etc. ?

e. ¿cómo ocurre la eclosión de los huevos?

f. ¿cómo se comportan los pollitos?

# 10

*Conforme iba en aumento la experiencia del Licenciado Fernández, empezó éste a percibir que su esfera de acción --la escuela en que impartía sus clases-- era un escenario muy reducido: su patriótica efervescencia le hacía ambicionar nada menos que reformar la enseñanza de la biología en todo el país.*

*Pensó mucho sobre el asunto y concluyó que la clave de la campaña de perfeccionamiento se reducía a los cursos de licenciatura. De hecho, de nada servía aplicar dicha reforma en sus clases y cursillos de actualización de profesores si, cada año, nuevos licenciados de formación tradicionalista invadían las aulas.*

*"¡Hay que conquistar y reformar toda América Latina: los bastiones universitarios, las facultades de educación, las escuelas normales superiores, los institutos pedagógicos; en fin, todo lugar donde se deforman profesores!" pensaba en su exaltación. ¿Pero, cómo hacerlo?*

*Fue nuevamente la encantadora Eliana quien le propuso el camino e inspiró con sus comentarios los pormenores de la campaña. Durante seis meses, Ignacio trabajó febrilmente, ayudado por ella, con un Comité designado por la Sociedad de Profesores de Biología para estudiar los defectos de los cursos de formación del profesorado. Hizo encuestas a catedráticos y estudiantes, compiló opiniones publicadas y presentó en seminarios a sus colegas las formas de mejorar cada fase del trabajo, a partir de las opiniones expresadas por ellos mismos.*



*Finalmente se concluyó y reprodujo en mimeógrafo el folleto: "Sugerencias para la elaboración de un curriculum para el profesorado de biología". El trabajo era tan concienzudo y meritorio que de inmediato llamó la atención del Ministerio de Educación y fue publicado. Entre los signatarios se contaba a Eliana.*

## LA FORMACIÓN DEL PROFESOR

El concepto de "curriculum de licenciatura" ha entrado en ebullición a consecuencia de haberse reconocido que no tiene sentido educativo en la escuela secundaria enseñar asignaturas aisladas, sea en el ámbito de la biología (anatomía, fisiología, zoología, botánica, neurología, higiene), como respecto a las otras ciencias. En efecto, ha triunfado la idea de que tanto en los primeros años de la secundaria (alumnos de 11 a 15 años de edad), como en la primaria, no debe fragmentarse la enseñanza de la ciencias, sino integrar biología, física, química, geología, y quizás matemática, en una sola asignatura orientada al estudio global de la naturaleza.

Lo anterior significa que el profesor de secundaria que sólo es capaz de enseñar un curso especializado (botánica, física, etc.) está perdiendo terreno respecto al profesor de "ciencia" o de "ciencia integrada", y que es a este último al que corresponde formar. Para esto, los cu-

rricula universitarios o de los institutos pedagógicos tienen que sufrir una profunda alteración no sólo de forma sino del espíritu que los anima, si no se quiere continuar formando profesores incompetentes en las funciones que se espera de ellos.

Una solución práctica adoptada en el Brasil es escalonar la formación del profesor en dos etapas:

a. una común (dos años como mínimo), que forma al Licenciado en Ciencias y lo capacita a enseñar ciencias (incluso matemática) en los últimos cuatro años del primer ciclo (alumnos de 11 a 15 años);

b. una diversificada (dos años adicionales) en que se ofrecen cuatro especialidades específicas distintas que capacitan al Licenciado en Ciencias a enseñar también biología, física, química o matemática en el segundo ciclo (alumnos de 16 a 19 años), de acuerdo con la especialidad específica seguida.

Esto significa que en un futuro no existirán cursos totalmente desvinculados entre sí para formar, por ejemplo, un profesor de biología y otro de física.

Esta idea se basa en conceptos de gran importancia:



1. Si el profesor de la segunda parte del primer ciclo debe enseñar a sus alumnos (de 11 a 15 años) a explorar e interpretar el mundo, más que a aprender trozos aislados de algunas ciencias, su enseñanza tiene que estar integrada con la vida. Es imperativo, por lo tanto, incluir en su curriculum de formación el estudio integrado de las ciencias.

2. Como el licenciado para enseñar biología en el segundo ciclo debe pasar primero por el entrenamiento inherente a la licencia para enseñar ciencias en el primer ciclo, la etapa común (inicial) del curso de formación de profesores debe contener asignaturas no sólo científicas, sino también pedagógicas. Es preciso formar primero profesores que dominen las técnicas de enseñanza juntamente con un contenido científico no ambicioso, si bien lo suficientemente vasto, antes de sumergirlos en el estudio detallado de cada rama de las ciencias.

3. El objetivo fundamental del curriculum de formación de profesores se encamina de esta manera a tornarlos autosuficientes, en el sentido de inducirlos a estudiar por sí mismos nuevos asuntos, siempre que estos sean necesarios a su mejor desempeño didáctico. De ahí que los métodos de enseñanza en el curso de formación deban ser eminentemente activos y desarrollar en los estudiantes las técnicas de búsqueda y utilización del conocimiento, más que las de memorización.

4. Aunque no se adopte la solución de vincular el curriculum de todas las especialidades específicas en una parte común inicial que forme el profesor de ciencias, continúan siendo válidas e importantes las consideraciones expuestas más arriba.

## Incongruencias del Curriculum Actual

La poca eficaciade los cursos de formación de maestros y profesores se debe al desencuentro entre lo que se enseña en tales cursos y los conocimientos que debiera tener un buen docente. De hecho:

1. En cuanto a contenido, el futuro profesor estudia una ciencia académica y desvinculada de la vida. A pesar de esto, debe discutir con sus alumnos hechos relacionados con el impacto cotidiano de la ciencia. Más concretamente: los alumnos desean saber cómo funciona una nave espacial al unirse con otra y permitir a los astronautas que se vean y charlen antes de que cada nave emprenda el viaje de retorno. Sin embargo, estos asuntos no se aprenden en los cursos de formación de profesores, ni tampoco se aprende el funcionamiento de la TV a colores, ni cómo se mide la contaminación del aire.

Es corriente que los alumnos entiendan más acerca del funcionamiento de los automóviles que los propios profesores (¡y especialmente profesoras!). En suma, se enseña a los futuros profesores muchas cosas inútiles para su profesión con la excusa de que una "cultura sólida" es indispensable, mientras se omiten asuntos de primordial importancia porque son de naturaleza aplicada.

2. En lo que atañe a la parte pedagógica, los futuros profesores cursan varias asignaturas muy eruditas, como filosofía de la educación, educación comparada, historia de la educación, didáctica general, metodología de la enseñanza de las ciencias, y sin embargo, son incapaces de impartir buenas clases porque carecen de entrenamiento práctico adecuado. En suma: se les enseñan las disciplinas pedagógicas, pero no se les enseña a enseñar.



3. En la escuela primaria y en los primeros años de la secundaria no se debiera enseñar física, química y biología como disciplinas independientes, y sí enseñar ciencia integrada (o simplemente ciencias) íntimamente relacionada con los acontecimientos de la vida diaria. Esto no lo sabe hacer un profesor que en su curso de formación ha estudiado estas diferentes disciplinas sin correlacionarlas. En suma: el profesor estudia las ciencias de manera desmembrada, si bien debe enseñarlas integradamente.

4. En cuanto a la parte práctica, el futuro profesor ejecuta durante su formación experimentos a nivel universitario, utilizando para ello equipo que las escuelas secundarias no tienen; sin embargo, nunca aprende a improvisar experimentos sencillos que no requieran material de laboratorio convencional. En suma: es incompetente para desarrollar la parte práctica en la escuela secundaria aun cuando sea capaz de llevar a cabo trabajos de laboratorio más complejos.

5. Finalmente es aconsejable que tanto en la escuela primaria como en la secundaria los cursos sean desarrollados según técnicas de alta eficiencia, basadas en la psicología del aprendizaje y en la metodología de la enseñanza. No obstante, en la mayoría de las disciplinas de formación de profesores (¡y hasta en las mismas asignaturas peda-

gógicas!) las clases suelen ser impartidas por el método tradicional, basado en la técnica expositiva. En suma: se exige a los profesores el uso de métodos de enseñanza que no han sido empleados en su propio aprendizaje.

Un ejercicio muy saludable que facilita la discusión de las características de un buen curriculum es analizar hasta qué punto el curriculum al que usted fue sometido discrepa de los principios de psicología del aprendizaje reconocidos por todos y presentados en el Cuadro 13.

**Cuadro 13. Principios Inherentes a la Psicología del Aprendizaje que Deben Constituir la Base de la Estructuración del Curriculum (inspirados en la obra de E. R. Hilgard y G. H. Bower, 1966)**

---

1. El estudiante tiene que *ser activo*. "Aprender haciendo" es todavía un "slogan" válido.

2. *La repetición frecuente* es esencial en la adquisición de habilidades y garantiza la retención (por ejemplo, en el aprendizaje de dactilografía o de una lengua extranjera).

3. El *refuerzo* (premio a las respuestas correctas) produce una retroalimentación cognitiva que permite corregir el aprendizaje errado. Debe evitarse el refuerzo negativo (puniciones o frustraciones impuestas por respuestas erradas).



4. La práctica en situaciones variadas conduce a *generalizaciones* y *discriminaciones* que hacen más flexibles las respuestas aprendidas (adecuadas a una mayor variedad de estímulos).

5. *Comportamientos nuevos* pueden estimularse por medio de la presentación de indicios o de modelos.

6. *Condiciones motivadoras* son importantes en el aprendizaje.

7. Es fundamental reconocer y contrarrestar los *conflictos* y *frustraciones* resultantes de discriminaciones o de situaciones sociales indeseables.

8. *Las características* de los problemas presentados deben ser claramente perceptibles a los alumnos.

9. En la *organización del conocimiento*, pasar de lo simple a lo complejo *no significa* arrancar de partes arbitrarias sin sentido global para integrarlas en un "todo" significativo; al contrario, significa partir de un *"todo" simplificado* para llegar a un *"todo" más complejo*.

10. *El aprendizaje con entendimiento* es más permanente y transferible que el aprendizaje de memoria.

11. *La retroalimentación cognitiva* confirma el conocimiento correcto y corrige el aprendizaje falso.

12. Que el alumno establezca *sus propios objetivos* de aprendizaje es importante como motivación. Sus éxitos y fracasos determinan el nivel en que ubicará sus futuros objetivos.

13. El *pensamiento divergente* o creador debe estimularse conjuntamente con el pensamiento convergente, que lleva a respuestas lógicamente correctas.

14. En la enseñanza hay que sacar provecho de las *habilidades* de los alumnos, sin descuidar las diferencias que puedan existir en cuanto a la velocidad de aprendizaje.

15. El aprendizaje depende de las *influencias ambientales* pre y posnatales, además de depender de la herencia. Por tanto, el alumno debe ser juzgado en términos de las influencias que han moldeado su desarrollo.

16. El aprendizaje es *dependiente de la cultura* y tanto la cultura general como la subcultura a la cual pertenece el alumno pueden afectar su aprendizaje.

17. *El nivel de ansiedad* influye en el aprendizaje. Alumnos que poseen un alto grado de ansiedad se comportan mejor cuando *no se comenta* acerca de su actuación. En contraste, alumnos con bajo nivel de ansiedad actúan mejor cuando se interrumpe su trabajo con comentarios sobre su progreso.



18. Una situación puede motivar a *ciertos alumnos* y a otros no.

19. *La propia escala de valores y motivos* del alumno influencia el aprendizaje. Por ejemplo, objetivos a largo plazo pueden afectar actividades a corto plazo: los estudiantes aprenden mejor en los cursos que les parecen relevantes a la profesión que pretenden seguir.

20. *La atmósfera del grupo de aprendizaje* (competencia contra cooperación, individualidad contra identificación con el grupo, enseñanza autoritaria contra ambiente democrático) influencia tanto el placer de aprender como el propio aprendizaje.

---

## El Punto Medular del Curriculum

A cada una de las cinco incongruencias comentadas antes corresponde una o más características que es esencial introducir en el curriculum de formación de profesores a fin de corregirlo:

1. Para asociar la enseñanza con la vida, hay que emplear a menudo el método de proyectos, muy eficaz por ser autodirigido para realizar una exploración activa de la realidad ambiente.

2. El arte de enseñar se adquiere por acción directa. Por lo tanto, es indispensable que los estudiantes planeen clases y las impartan a

pequeños grupos de alumnos en presencia de otros estudiantes y del profesor a fin de que pueda haber discusión sobre la calidad y defectos de la clase. Contra lo usual, la práctica de la enseñanza debe iniciarse en el primer año a semejanza de un curso de zoología que debe empezar por la observación de animales y no por un estudio teórico sobre su estructura y comportamiento.

3. El primer año debe incluir también ciencia integrada, organizada según el método de proyectos. De este modo se cumple a la vez la necesidad de basar la enseñanza en eventos de la vida diaria (ítem 1) y de garantizar una integración verdadera, que transcurra con naturalidad durante el desarrollo de los proyectos.

4. En el curso dedicado a instrumental para la enseñanza, los estudiantes tienen la oportunidad de seleccionar, ejecutar, discutir y perfeccionar experimentos adecuados al nivel secundario. La manera de sacar provecho de ellos en la enseñanza es otro aspecto del entrenamiento en esta disciplina.

5. Las clases-piloto de práctica de la enseñanza y las de instrumental deben proporcionar temas para las discusiones sobre metodología de la enseñanza, así como también ideas acerca del uso de diferentes técnicas didácticas.

En conclusión, hay que quebrar la tradición de enseñar primero el contenido y sólo al final del curso tratar los aspectos pedagógicos.



Un curriculum realístico y eficiente incluirá desde el primer año:

- Ciencia integrada (por el método de proyectos);

- Práctica de enseñanza (basada en clases-piloto);

- Instrumental para la enseñanza, y

- Metodología de la enseñanza de la ciencia.

Completan lo anterior las asignaturas clásicas del contenido científico (matemática, física, química y biología), y en la parte pedagógica, la psicología del aprendizaje.

Con una tal formación, en dos o tres años podrá el profesor de ciencias profundizar en el estudio de una sola asignatura (por ejemplo, biología) y de este modo estar capacitado para enseñar específicamente dicha asignatura en los últimos años de la escuela secundaria.

## Ciencia Integrada

Asistimos hoy a un renovado esfuerzo para que la enseñanza de las ciencias en la escuela secundaria se relacione estrechamente con los eventos de la vida diaria del alumno. Pero para ligar las ciencias con la vida es indispensable que se enseñen de manera integrada y no aisladamente, como es lo corriente (zoología, fisiología, botánica, física,

química, etc. ). De ahí que la ciencia integrada esté conquistando la enseñanza secundaria. Pero, ¿cómo podrán enseñarla profesores que, en su propia formación, estudiaron exclusivamente una serie de asignaturas científicas aisladas?

Hay que incluir en el curriculum de licenciatura la disciplina ciencia integrada. Sin embargo, la iniciativa sólo será válida cuando se adopten métodos eficientes y se seleccionen temas relevantes para la comunidad. Algunos temas pertinentes son: la contaminación del ambiente, la preservación de los recursos naturales, las fuentes de energía y su distribución, la explosión poblacional; la situación sanitaria de la comunidad. Es fácil ver cómo proyectos desarrollados en torno a temas de este tipo inducirán a los futuros profesores a valerse de diferentes ciencias para estudiar problemas que interesan a todos. El mejor método es que los estudiantes desarrollen un proyecto por cada tema y lo complementen con lecturas, encuestas y discusiones.

Como suele ocurrir al difundirse un nuevo concepto, se notan ya en los cursos de ciencia integrada deformaciones que hay que evitar. Además de las que dependen del abuso del método expositivo que mantiene a los alumnos en actitud pasiva y del uso de pruebas de memorización, es frecuente que la integración sea falsa o artificial. Es lo que ocurre comúnmente en las asignaturas llamadas "ciencias" o "ciencias físicas y biológicas" en los curricula de primaria y secundaria. El nombre subraya la intención del organizador del curriculum de que no se hagan distinciones entre las diferentes ciencias, pero en la realidad el maestro enseña, durante un cierto mes, fuerzas y movimientos, durante otro la morfología de las plantas, y en otro los órdenes de los mamíferos, y así sucesivamente. Es decir, imparte un curso de "ciencia pseudointegrada", desarrollando fragmentos sucesivos de diferentes ciencias sin relación alguna entre ellas o con la vida.



Un tipo aún más engañador de pseudointegración ocurre en ciertos cursos de nivel universitario en que un mismo tema --digamos "la célula"-- es tratado por distintos docentes en clases sucesivas de una misma asignatura sin que ninguno de ellos atienda las clases de los otros. Por ejemplo, el citólogo trata la morfología de la célula; le sigue el bioquímico quien habla del ciclo de Krebbs; luego el geneticista sobre la mitosis, etc. Lo que se obtiene en un mosaico de trozos menudos de diferentes ciencias --no integración.

Resulta también improductivo un curso en el que el maestro trata de combinar de manera forzada apuntes de diferentes ciencias, obsesionado por la mística de la integración: por ejemplo, en un curso elemental sobre insectos, tratar de la composición de la quitina y de la mecánica del vuelo para poder decir que se está integrando biología con química y física.

No. Sólo se puede integrar válidamente las ciencias en un curso no académico, que esté orientado hacia la vida real. Al llevar a cabo un proyecto con el fin de verificar el grado de contaminación del aire o del agua de un río, los alumnos aplicarán métodos físicos, químicos, biológicos y matemáticos en la proporción en que sean necesarios. Al estudiar la explosión poblacional, trabajarán integradamente con datos

demográficos, mediante métodos estadísticos, y evaluarán las condiciones y consecuencias psicológicas, sociológicas, religiosas y económicas. Esto es ciencia integrada genuina a pesar de no incluir en el estudio ningún aporte de la física o de la química.

Quizás en ciertos casos resulte difícil encontrar un docente con práctica en el método de proyectos a quien pueda encargársele la enseñanza de ciencia integrada. En tanto se prepara uno, es importante, como período de transición, que los programas de las cinco asignaturas tradicionales --biología, física, química, geología y matemática-- se enlacen lo mejor posible y que los respectivos docentes promuevan actividades comunes, como excursiones al campo y mesas redondas sobre temas relacionados con las diversas asignaturas. Cada una de ellas, por otra parte, se debe enseñar en lo posible de una manera integrada: por ejemplo, el estudio de plantas y animales debe ser simultáneo, a partir de sus relaciones ecológicas.

Lo importante es tender a una integración creciente, sea entre los asuntos de una misma asignatura, sea entre los de asignaturas distintas.

Los esfuerzos de perfeccionamiento del curriculum deben ser constantes y pasar por cada una de las siguientes fases siempre que la experiencia del cuerpo docente lo permita:



1. Las asignaturas biología, física, química, geología y matemática se imparten de manera aislada, pero integradas entre sí y con la vida.

2. Se desarrollan actividades conjuntas entre dos o más disciplinas distintas. ¿Qué más?

## La Práctica de Enseñanza

La ciencia integrada, enseñada sobre la base del método de proyectos es uno de los pilares de la formación del profesor de ciencias. El otro es la práctica de la enseñanza, que se obtiene en clases dadas a pequeños grupos de alumnos de secundaria por los docentes y por profesores-alumnos, seguidas de discusiones.

Organizada con este espíritu, la ciencia integrada familiariza a los futuros profesores con los caminos de la ciencia, sus métodos de trabajo y aplicaciones. Mientras tanto, la práctica de la enseñanza aplicada a través del consagrado principio de "aprender haciendo" acostumbra a los estudiantes desde el primer año de su formación a dialogar con los alumnos, organizar el contenido y coordinar las actividades prácticas, todo esto dentro del contexto de las técnicas inherentes al uso del método de problemas.

Hay que evitar por todos los medios de impartir clases sobre "práctica de la enseñanza" sin en verdad celebrar dichas clases. No se trata pues de discutir en el vacío la teoría de la práctica y llegar a ella partiendo de clases imaginarias.

¿Cómo conseguir alumnos para las clases-piloto? En la primera fase, que puede abarcar todo el primer año del curso de formación de profesores, es conveniente que el grupo de alumnos sea pequeño (de diez a quince) de modo que los estudiantes que enseñen las clases puedan adiestrarse en las técnicas de comunicación sin tener que enfrentarse al mismo tiempo con los problemas de disciplina y manejo de clase que plantean grupos grandes. Es obvio que los alumnos no deben ser sacados de sus clases regulares para participar en estas clases-piloto. Un sistema que funciona bien consiste en invitar a voluntarios que asistan a clases-piloto fuera de las horas de sus cursos regulares, como miembros de una especie de club de ciencias. Si el horario de las clases-piloto es en la tarde, se invitan alumnos que frecuentan sus escuelas por la mañana y viceversa. Resulta más beneficioso que los alumnos provengan de un mismo año, sea de una misma escuela, sea de diferentes escuelas. Las clases-piloto deben constituir sólo una parte de las actividades que se ofrecen a los alumnos voluntarios. Otra sería proyectos libres de poca envergadura, del tipo que desarrollan en los clubs de ciencia. La organización y supervisión de estos proyectos estaría también a cargo de los practicantes, lo que los capacitaría para dirigir un club de ciencias con eficiencia.

Cada clase-piloto debe ser planeada por un equipo de practicantes bajo la orientación del docente. Los alumnos voluntarios se sientan en los primeros escaños y todos los practicantes se acomodan en el resto de la sala para presenciar, juntamente con el docente, la actuación del practicante elegido en ese momento, entre los integrantes del equipo que ha elaborado el plan, para dar la clase. Terminada ésta, los alumnos voluntarios se retiran del aula y se inicia una discusión detallada de las técnicas didácticas usadas, de la adecuación del contenido, del desempeño del practicante, en fin de todos los aspectos que sean traídos a colación por los estudiantes y el docente. La discusión de cada aspecto debe llevar a una conclusión, definitiva o provisional, que es registrada. Los casos que continúan en duda al final de la discusión se anotan por separado para ser llevados a debate en las asignaturas "metodología de las ciencias", "didáctica" o "psicología del aprendizaje".

Al final del primer año los profesores-alumnos dispondrán de una serie de orientaciones escritas (las conclusiones de las discusiones) sobre cómo enseñar buenas clases, cuya gran virtud es tener su origen en los hechos realmente ocurridos en las clases-piloto. El grupo puede entonces reescribir este material de manera ordenada, clasificando las conclusiones en capítulos diversos de acuerdo con su naturaleza y profundizando en los aspectos más importantes. Tendrán así a su disposición un manual de metodología producto de la experiencia práctica en las clases-piloto y de las discusiones posteriores. Los mismos profesores-alumnos configuran así su propia doctrina didáctica en vez de recibir pasivamente la doctrina del docente, como ocurre en los casos en que la asignatura "práctica de la enseñanza" no incluye clases-piloto.

Durante el segundo año los estudiantes no trabajan más con clases-piloto de pocos alumnos. Llegó el momento de enfrentarse a clases regulares. Gracias a su entrenamiento del primer año, podrán actuar como profesores en clases formales sin perjudicar a los alumnos. ¿En qué escuelas pueden enseñar los practicantes? La solución de un colegio modelo conectado a las facultades de magisterio o institutos pedagógicos

encargados de la formación de maestros no es la más conveniente por varias razones. El practicante debe enseñar por lo menos un semestre y no una que otra clase en un curso a cargo de un profesor titular. Un colegio modelo tendría que ser muy grande si se pretendiera que todos los practicantes tuvieran a su cargo un semestre de clases.

La solución es recurrir al sistema total de enseñanza de la comunidad, por medio de convenios con el ministerio o la secretaría de educación y con colegios particulares. Así, cada pasante puede dar un semestre de clases a un grupo que durante el resto del curso tendrá un profesor regular. Los alumnos no resultan perjudicados de manera alguna con este sistema porque:

1. Los planes de clase se discuten en la asignatura "práctica de la enseñanza" y son aprobados por el docente titular.

2. Cada estudiante da cuenta de las clases que imparte y trae a la atención de sus colegas y a la del docente las dificultades que encuentra y les pide sugerencias para resolverlas.

3. El pasante, por otra parte, es aconsejado por el profesor titular del grupo, quien en cierto sentido actúa como su asesor, en especial en cuanto a las peculiaridades de la escuela, del grupo y de ciertos alumnos problema.

**Instrumental**



Además de las que se refieren a "ciencia integrada" (con desarrollo de proyectos) y a la "práctica de la enseñanza" (en clases-piloto), un análisis crítico del curriculum convencional para la formación de profesores de ciencias revela una tercera omisión grave. Esta consiste en que las clases prácticas son de nivel más elevado tanto en concepto como en complejidad del material utilizado que las clases que se imparten en primaria y secundaria. Hace falta, por lo tanto, aprender a idear experimentos sencillos con material improvisado. La asignatura "instrumental", en su sentido más riguroso, tiene como función facilitar a los estudiantes-maestros la ejecución de experimentos adecuados a las enseñanzas primaria y secundaria. Cada equipo de estudiantes se encarga de discurrir experimentos sobre un asunto dado y presentarlos para que sean discutidos por sus colegas y el maestro. Se estimularán en especial las sugerencias de naturaleza innovadora que hagan el experimento más sencillo, más fácil de montar y de mayor poder didáctico.

Parte fundamental de la discusión es ubicar a cada experimento en el proceso de racionalización científica del alumno, es decir ¿cómo debe ser presentado a los alumnos para que influya más en su aprendizaje? Se evita así la deformación frecuente que sufren las clases prácticas en que los experimentos u observaciones no ejercen efecto alguno en la vivencia del alumno y por esto son hechos mecánicamente y no tienen valor educativo. En un sentido más amplio, es conveniente que en la asignatura "instrumental" se traten las técnicas de excursión al campo, taxidermia, montaje de colecciones de insectos y otros animales, confección de herbarios, etc., teniendo en cuenta soluciones simplificadas que hagan uso de material improvisado y no las técnicas costosas y más eficaces adoptadas por los investigadores en museos y universidades.

# 11

*Ignacio recordaba con frecuencia lo que leía cuando por primera vez vio a Eliana: las recomendaciones de la I CIEB. Quizás por esta feliz circunstancia, se interesó por las actas de las conferencias internacionales que trataban sobre enseñanza y al poco tiempo empezó a coleccionarlas, estudiarlas y compararlas. Por motivos sentimentales, llegó a colocar en un cuadro frente de su mesa el preámbulo de la I CIEB.*

*En compañía de Eliana le agradaba a Ignacio acordarse del desprecio que sentía al comienzo por todos los pedagogos. La ironía del destino lo transformaba ahora en uno de ellos. Esto lo obligaba a reconocer que no todos eran tan incongruentes como su vieja profesora de didáctica; al menos había una excepción.*

## SUGERENCIAS ESPECÍFICAS

La biología comprende aspectos muy diversos, desde los morfológicos y taxonómicos, cuya importancia en la enseñanza secundaria por lo general se exagera, hasta los fisiológicos y bioquímicos, los genéticos y evolutivos, y los ecológicos y de comportamiento. Cada rama tiene sus características propias en cuanto a métodos de investigación y a enseñanza. En consecuencia, se dedicará este capítulo a aplicar a cada rama los principios anteriormente tratados de manera más general y de ofrecer al profesor de biología algunas sugerencias más.





### La Primera Clase

Las cualidades de un curso deben afirmarse desde la primera clase para aprovechar la natural curiosidad que los alumnos suelen tener y la buena voluntad que despierta una nueva materia y un nuevo profesor. Es, pues, improcedente desperdiciar la oportunidad llenando esta clase de discursos interminables sobre la naturaleza de la biología, definiciones, fragmentos históricos y comentarios sobre las relaciones de la biología con las demás ciencias. También es simpleza empezar diciendo que los seres vivos están formados por células y éstas por membrana, citoplasma y núcleo. Probablemente, el alumno ya ha oído esto muchas veces, por lo que no tiene sentido mientras no pueda observarlo al microscopio.

Para producir un saludable efecto en los estudiantes hay que comenzar cuanto antes a tratar un tema interesante y fértil, que sirva de primer acicate del pensamiento de los jóvenes, y hay que abordarlo por vía experimental. El de la generación espontánea es uno de los mejores, aunque hay muchos otros. Se invita a los alumnos a expresar su

opinión sobre este particular y a discutirlo. Los argumentos se dejarán inconclusos y se pasará a planear experimentos de tipo fácil. Naturalmente los alumnos, basados en su experiencia de las primeras clases de nuevos cursos, imaginarán que el resto del tiempo transcurrirá en charla. Entonces el profesor saca de su cartera algunas placas de Petri con medio de cultivo sólido, algunos tubos de ensayo tapados con algodón y que contienen caldo de carne esterilizado, e invita a los estudiantes a realizar los experimentos planeados. El efecto psicológico será grande. Los estudiantes verán que el profesor da por bien empleado el tiempo dedicado a planear el curso y preparar los experimentos. Si en las clases siguientes esta impresión se confirma, los alumnos, contagiados por el entusiasmo del profesor, le prestarán su adhesión. Estará ganada la primera batalla: los muchachos admiran al profesor y confían en él para un trabajo serio y estimulante.

Desde el primer día los alumnos deben habituarse a:

a) aprovechar la clase para pensar, discutir, planear y experimentar, y no para copiar lo que el profesor dice;

b) expresar sus ideas, dudas y razonamientos con claridad y concisión;

c) respetar la opinión de sus colegas, reconocer sus propios errores y preferir la evidencia de los hechos a los argumentos de la autoridad;

d) informarse por sí mismos;

e) valerse del libro de texto y de otras fuentes con eficacia.



Es muy conveniente entregar a cada alumno, en la primera clase, un plan del curso que abarque todo el año o, al menos, el primer semestre, donde figure el programa de cada clase (véase el ejemplo dado en el capítulo 6, Planeamiento, Cuadro 10) y señalar en él una discusión para la clase siguiente. Los alumnos deben comprender las razones pedagógicas y psicológicas que llevaron al profesor a adoptar este plan y deben ser invitados a hacer sugestiones para mejorarlo. Se sentirán, así, corresponsables del plan y no permitirán que fracase.

De los experimentos sobre la generación espontánea se pasa, con toda naturalidad, al tema de la lucha del hombre contra los microbios infecciosos y las conquistas de la salud pública. La mayor ventaja de adoptar este asunto como la primera unidad del curso es el interés que despierta y la facilidad con que se relaciona con la experiencia individual de cada alumno (¡todos tuvieron ya enfermedades microbianas!). Por otro lado, oponiendo así los seres vivos más simples a los más evolucionados se apreciará lo que tienen en común y se obtendrá una visión de conjunto de la vida. Es fácil convencerse de la fertilidad de este asunto al verificar cómo puede ser tratado desde el punto de vista de todos los temas unificadores considerados en el capítulo 5, conceptos y hechos.

## La Citología

Una de las mayores revoluciones de la biología ha ocurrido en las décadas recientes en el campo de la citología, como resultado del invento del microscopio electrónico y de los increíbles adelantos de la bioquímica (véase la monografía del Dr. Renato Basile sobre la célula, publicada en esta misma serie de la colección). La mayor dificultad

para el maestro es absorber la nueva citología (cuando ha aprendido la antigua) y encontrar medios de incorporarla a la enseñanza secundaria, sin deformarla.

Por supuesto, el primer mandamiento es reducir la parte morfológica al mínimo necesario para servir de base al estudio de los fenómenos bioquímicos y fisiológicos que ocurren en la célula. Además, se debe hacer el máximo esfuerzo de mostrar a los estudiantes, al microscopio, diversos tipos de células vegetales y animales y aquellos de sus componentes que se pueden observar fácilmente mediante el microscopio óptico: cromosomas, plastocitos, granos de clorofila, mitocondrias, vacuolas, pared celular. Es indispensable que el estudio al microscopio vaya siempre ligado al funcionamiento celular. Por esto son muy importantes los trabajos hechos al microscopio con células vivas: ciclosis, plasmólisis y su reversión; multiplicación de levaduras, bacterias y protozoarios; mecanismos de locomoción en flagelados, ciliados y amibas.

Es conveniente que las primeras observaciones al microscopio sean hechas con preparados frescos, montados en el momento por los estudiantes. Por ejemplo, cada uno puede extraer células de su propia mucosa bucal, colorearlas con azul de metileno y observarlas al microscopio; o hacer con hojas de afeitar cortes de tallos y raíces tiernos, de epidermis de hojas y pulpa de fruta, y observarlos al microscopio sin coloración. Células sanguíneas humanas y las fascinantes células ciliadas que se sacan del epitelio de la garganta de sapos o ranas completarán la familiarización de los estudiantes con células vivas y activas. Después, se puede entrar en el estudio de preparaciones más complejas, coloreadas y fijadas, para mostrar cromosomas, mitocondrias, etc.



Nutrición y herencia son los dos temas fundamentales de la citología, y la comprensión de ambos demanda rudimentos de bioquímica que los estudiantes rara vez poseen. Ésta es la mayor dificultad en la enseñanza de la citología y el profesor debe dedicar su mejor esfuerzo para resolverla. (Véase la monografía de los Drs. I. Raw y W. Colli sobre energía y vida, publicada en la serie de química de esta colección.) Es inevitable que la parte práctica sobre los ácidos nucleicos y la síntesis de proteínas esté fuera del alcance de los estudiantes y del propio profesor. Hay que soslayar la dificultad y destacar, en discusión con los alumnos, los aspectos más accesibles, substituyendo la ilustración práctica por ilustraciones gráficas (dibujos en diapositivas sobre la estructura y duplicación del ADN y el papel de los ácidos ribonucleicos en la síntesis de proteínas). El mismo artificio tiene que ser empleado en el estudio de la respiración y la fotosíntesis, en la fase bioquímica. Pero, aquí hay, afortunadamente, un conjunto de experimentos muy variados y accesibles a los estudiantes en el plano fisiológico.

## Los Mecanismos de Acción

Enseñamos, en general, una biología demasiado descriptiva, entre otras razones porque es más fácil describir que entender. Otra razón es la tradición: los brillantes progresos de la biología en el siglo pasado

tuvieron lugar en el campo de la morfología comparada. Hoy, el frente de batalla de la biología se trasladó a la bioquímica, la mecánica del desarrollo, la fenogenética, en una palabra, la biología molecular (véase la monografía del Dr. José Luis Reissig sobre genética, publicada en esta misma serie de la colección). Esto no significa --como algunos parecen pensar-- que hay que tratar apenas de código genético y síntesis de proteínas, siguiendo la moda. Al lado de los conceptos basados en datos morfológicos, como, por ejemplo, de adaptación y evolución, hay que procurar que los alumnos comprendan hasta donde sea posible cómo funciona su cuerpo y el de los demás seres vivos, tanto en el plano subcelular y celular, como en el de la fisiología clásica y de la ecología.

La mayor dificultad es el desconocimiento de la bioquímica por los alumnos y hasta por los profesores mismos. Hay que atenuar este inconveniente, aplicando el ingenio en comprender bien, aunque sea a un nivel elemental, las conquistas de la biología molecular y, además, en conseguir hacerlas inteligibles a los estudiantes. Las prácticas no pueden ser aquí tan abundantes como en el estudio de la morfología, pero, por eso mismo, hay que concentrarse en ellas. Los experimentos puramente físicos (ósmosis a través de papel celofán) o químicos (hidrólisis del almidón) deben ser inmediatamente valorados desde el punto de vista biológico: en el caso de la ósmosis, mostrar experimentalmente su papel en la plasmólisis de células vegetales y, en el caso de la hidrólisis del almidón, señalar el papel de la tialina y generalizar explicando el papel biológico de las enzimas.



El estudio de los procesos de regulación pone de relieve la cooperación del sistema nervioso y de las glándulas endocrinas. Es buena práctica estudiar hormonas y vitaminas, no sistemáticamente, sino una a una y esto cuando sea necesario a propósito de su importancia en los procesos de regulación. Entrando a estudiar, sin preámbulos, la regulación térmica, o la adaptación a la altitud, o el control del crecimiento o de la composición sanguínea, o la regulación del ciclo menstrual se presentan a los estudiantes, en plena acción, hormonas, vitaminas e influjos nerviosos. Esto resulta mucho más interesante que la enumeración sistemática de las vitaminas y de las hormonas de cada glándula.

### La Ecología

La América Latina tiene la más rica variedad de climas, desde las cumbres andinas hasta la selva amazónica. La ecología merece, pues, lugar destacado en la enseñanza de la biología. Por desgracia, es uno de los asuntos más difíciles de enseñar bien por requerir excursiones y trabajos de campo reiterados. De hecho, no se justifica presentar a la clase una clasificación general de ambientes; lo importante es que los estudiantes se enfrasquen, cuerpo a cuerpo, con los seres vivos en su ambiente natural, aunque sea necesario restringir el horizonte a las asociaciones vegetales que proliferan en los terrenos baldíos de las ciudades. Lo que no se justifica es estudiar ecología dentro del aula, donde los únicos seres vivos son personas y sus parásitos. Sólo después del conocimiento de algunas relaciones entre los diversos seres en su

ambiente natural se admite, como generalización ilustrativa, una referencia rápida (enriquecida por proyección de diapositivas) a los principales tipos de asociaciones de nuestro continente (véase la monografía del Dr. G. Mann sobre bases ecológicas para la explotación agropecuaria en la América Latina, publicada en esta misma serie de la colección).

En la escuela secundaria no se debe estudiar ecología de manera sistemática, en una serie de clases. Lo importante es que los alumnos se percaten de por sí de los varios casos de interdependencia ecológica observados en las excursiones. Lo mejor es hacer la primera excursión al comienzo del año, a la que seguirán otras a lo largo del año. Así se aprovecha el entusiasmo que estas excursiones despiertan para vivificar el curso. Después de cada excursión, el profesor dedica algunas clases a preparar y estudiar el material recogido, y a la discusión de lo observado. Esta actividad puede interrumpir, sin inconveniente, la serie de clases que estén siendo dadas sobre cualquier punto del programa. A fin de año el profesor dedica algunas clases a recapitular lo aprendido de ecología por los alumnos y a ampliarlo con la discusión de casos relacionados, como simbiosis, parasitismo y otros que sean muy importantes y no se hayan encontrado durante las excursiones. La sistematización debe estar precedida por la experiencia directa de los alumnos: nunca a la inversa.

## La Reproducción



Un estudio sistemático de la reproducción tiene, además de su interés intrínseco, dos importantes funciones: ilustrar, con el mejor de los ejemplos, la evolución, y poner la reproducción humana en perspectiva conveniente. Para ambos fines es necesario un estudio comparado de los seres vivos más que descripciones aisladas. Para que esta síntesis tenga sentido, es necesario que los estudiantes se hayan familiarizado previamente en el laboratorio con los principales grupos de plantas (algas, musgos, helechos, gimnospermas y angiospermas) y animales (principalmente vertebrados).

Es fácil mostrar cómo la evolución de los aparatos de reproducción ha sido impuesta por los sucesivos medios a que se adaptaron plantas y animales. Partiendo de la "indecisión" de las algas, que presentan ciclos de reproducción de predominio ora haploide, ora diploide, se muestra cómo la adaptación al medio terrestre, todavía imperfecta en las briofitas, alcanza en los helechos un estado que permitió la aparición de árboles y bosques como consecuencia de la inversión del predominio entre gametofito y esporofito. La dependencia total del primero sobre el segundo, que se encuentra en las fanerógamas marca la liberación total de la fecundación en relación al medio acuático, que hizo posible la irradiación de las gimnospermas y de las angiospermas.

En el reino animal, después de pequeños escarceos en los métodos de reproducción vegetativa y sexuada en los invertebrados, se debe notar, en la evolución de los cordados, la conquista de la tierra firme. Aquí, conviene trazar el paralelo entre los anfibios y ciertos insectos que siguen dependiendo del agua para su reproducción y desarrollo, a

pesar de que pasan la vida adulta en la tierra y respiran el aire. Los helechos se hallan en la misma fase entre los vegetales.

La aparición de los reptiles pone de relieve la superioridad del huevo terrestre y de la fecundación interna para seres que ya no dependen del medio acuático para la reproducción; y los mamíferos prueban que el huevo y el embrión internos aumentan la protección de la prole.

Sobre estas bases los métodos de reproducción de los seres superiores resaltan con suma naturalidad. Por ejemplo, los alumnos advierten la ventaja del desarrollo del embrión en el útero y llegan a considerar el parto como la transición de una fase de vida protegida en alto grado a la gran aventura exterior.

Debe quedar bien entendido el papel de la meiosis y de la fecundación en la reproducción de plantas y animales, por ser imprescindible en genética y en el estudio de la evolución.

Con la base adquirida en el estudio de la reproducción de plantas y animales no es difícil de entender la reproducción humana.

**La Genética**

Por su carácter deductivo y estadístico, la genética es la parte de la biología que más se parece a las ciencias físicas. Esto torna más fácil el estudio teórico. Por ser así, no se debe olvidar que la genética, como toda la biología, es una ciencia experimental. No basta, por lo tanto, entrenar a los estudiantes en la solución de problemas de probabilidades, aunque esto sea indispensable: hay que hacerlos cruzar variedades de drosófilas, ratones, cobayos o aves en el laboratorio como medio de verificar la índole hereditaria de ciertos caracteres y determinar si la herencia es autosómica o ligada al sexo, dominante o recesiva, mendeliana o poligénica. También en la jardín de la escuela se pueden cultivar plantas fáciles de cruzar y que sirvan para ilustrar las leyes de Mendel. Con el material humano las observaciones son menos trabajosas y despiertan más interés. A los alumnos les gusta confeccionar genealogías reuniendo datos de parientes y amigos e indicando caracteres tanto normales como patológicos. La frecuencia entre los propios estudiantes de ciertos rasgos polimórficos, como la sensibilidad gustativa a la feniltiourea, los grupos sanguíneos, la capacidad de arrollar la lengua, el daltonismo, etc. se prestan a discusiones de interés sobre el posible valor de adaptación de estos rasgos y conducen a comprender la evolución de los humanos.



El método histórico, muy socorrido en genética, tiene ciertas virtudes, pero no se debe exagerar. Por ejemplo, el estudio de la meiosis, fenómeno desconocido en tiempos de Mendel, debe sin duda precederal de la segregación de caracteres, pues permitirá una comprensión inmediata de su causa y relaciones estadísticas. Por otro lado, para llegar a entender el gen, quizás el método histórico sea más didáctico.

La genética hizo enormes progresos en los últimos años y no es razonable adoptar un enfoque anticuado cuando los alumnos pueden leer

en los diarios referencias al código genético y a enfermedades debidas a perturbaciones congénitas del metabolismo y a anomalías de los cromosomas. El profesor debe esforzarse en tratar estos asuntos, aunque para ello tenga que seguir cursos breves de perfeccionamiento o abocarse al estudio individual valiéndose de publicaciones recientes. Esto lo forzará a hacer incursiones en el campo de la bioquímica, en la técnica del cultivo de linfocitos, en el estudio de cariotipos, etc. todo lo cual lo hará más joven de espíritu y más sabio.

**La Evolución**

El enfoque de la evolución en este curso es fácil por tratarse de un tema centenario. Por otra parte, se corre el peligro de hablar en el vacío al referirse a las pruebas consagradas de la evolución, porque su valoración por parte de los alumnos exige una preparación biológica que no pueden tener todavía. Por esto, las pruebas basadas en la paleontología, en la embriología y en la anatomía comparada resultan con frecuencia aburridas e ineficaces.

Todo esto se puede evitar enseñando la evolución con ejemplos humanos. El papel de las mutaciones, de la selección natural, el influjo del medio, migraciones, aislamiento geográfico, oscilación genética, hibridación, debe ser entendido a la luz de datos humanos. En función de estos se explicarán la variabilidad, la adaptación y el mecanismo de la formación y de la confluencia de las razas.



A partir de las conclusiones alcanzadas a este respecto se puede, entonces, pasar a la evolución de las plantas y animales en general, a la formación de nuevas especies y a la diversidad de las categorías taxonómicas más generales.

Si el método histórico tiene limitaciones en la enseñanza de la genética, aplicado a la evolución nos parece decididamente nocivo. De hecho, ¿cómo podrá el alumno apreciar la contribución de Lamarck, de Darwin, de de Vries, de Dobzhansky... a la teoría actual de la evolución, sin conocer bien los fundamentos de esta teoría?

Se obtienen mejores resultados si se hace la exposición histórica al revés: primero, se enseña lo que se sabe hoy sobre cómo se produce la evolución; después, se compara con los conceptos --correctos o errados-- que inspiraron a los evolucionistas de diferentes escuelas; por último, se presentan los argumentos en pro de que la evolución realmente ha ocurrido y ocurre (las pruebas clásicas) y se termina con una visión panorámica de la historia de la vida, en especial de los vertebrados (véase "Biologia na Escola Secundaria", de O. Frota-Pessoa).

Quedan para el final dos asuntos fundamentales: el origen del hombre y el origen de los primeros seres vivos. Ninguno de los dos puede soslayarse. Por supuesto, el profesor debe presentar y discutir las ideas con verdadero espíritu científico: considerando a las teorías presentes como las más probables en esta etapa de la historia de la ciencia y evitando todo asomo de dogmatismo.

## La Morfología y La Taxonomía

La enseñanza de la botánica y de la zoología sigue aún en nuestros países gravitando en exceso en la morfología, incluso en los centros secundarios. Esta distorsión no se justifica y es urgente rectificarla. Esto no quiere decir que la taxonomía y la morfología no tengan un importante lugar en la enseñanza de estas ciencias. Al contrario, la tienen, pero para que lo ocupen como es debido es indispensable que el fin de su enseñanza se comprenda mejor.

Las estructuras de los seres vivos deben ser estudiadas, no en sí mismas, sino en íntima relación con la fisiología y la ecología. La morfología vegetal o animal y la anatomía humana no deben ser, por lo tanto, partes separadas del plan de enseñanza secundaria: se enseñarán en todos los cursos de biología, cuando sea necesario. Es igualmente errado insistir en la descripción de los grupos de seres vivos, unos después de otros, en orden sistemático. La taxonomía es parte esencial de la biología, pero tiene que subordinarse a la evolución y ser iluminada por ella. Para esto, no hay necesidad de nombres latinos ni de descender al rango de orden o familia, a no ser para referencias concretas a plantas superiores y a vertebrados. Lo que sí debe aclararse son las nociones de especie, de variabilidad y de clasificación, por medio de trabajos prácticos, juiciosamente planeados, sobre todo con plantas superiores y con insectos (por ser más fáciles de encontrar) para que los alumnos perciban la naturaleza de la taxonomía y su importancia práctica y teórica.

# 12

*Fines y principios... Ignacio, en su trayectoria de profesor idealista, comenzó por los fines de la educación y sólo ahora terminaba por considerar los principios que deben constituir las bases de la enseñanza de ciencias.*

*Por otra parte, por ser él hombre de principios, los fines que pretendía lograr en sus relaciones con Eliana fueron alcanzados plenamente cuando, en el primer sábado de vacaciones, se casaron.*

## FUENTES DE INFORMACIÓN

### INSTITUCIONES

Para el profesor es muy útil saber dónde buscar sugerencias y materiales, tanto impresos como de laboratorio, que constituyen las herramientas de su labor diaria. Por esta razón, a continuación se indican algunas instituciones que pueden ayudarlo en esta búsqueda.

Las instituciones aludidas son heterogéneas, es decir, a veces se trata de fundaciones privadas o públicas, instituciones especializadas, universidades, ministerios o secretarías de educación y agencias regionales y mundiales. La información que sigue acerca de las mismas no puede, por tanto, ser de modo alguno exhaustiva, ya que su número y diversidad de funciones excede los límites de esta monografía.



ORGANIZACIÓN DE LOS ESTADOS AMERICANOS (OEA)

1. Programa Regional de Desarrollo Educativo (PREDE)

El Programa Regional de Desarrollo Educativo tiene los siguientes objetivos: estimular y complementar los esfuerzos nacionales y multinacionales en el campo de la educación; impulsar la cooperación interamericana en materia educativa conforme a las normas de la Carta de la Organización de los Estados Americanos y a los mandatos relativos a la educación contenidos en la Declaración de los Presidentes de América, y promover la integración de la América Latina por medio de la educación, con el propósito de elevar el nivel económico y social de la región y como paso importante hacia la integración americana, respetando la personalidad educativa y cultural de los pueblos.

Uno de los proyectos que se ejecuta dentro del Programa es el de mejoramiento de la enseñanza de las ciencias, que abarca las siguientes actividades: Cursos multinacionales en los que participan becarios de toda la región, y cursos y asistencia técnica e investigaciones sobre educación científica.

2. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico (PRDCyT)

Su objetivo es promover el adelanto de la ciencia y la tecnología en América Latina en un nivel que contribuya sustancialmente a acelerar

el desarrollo económico, la integración latinoamericana y el bienestar de los pueblos, y que permita asimismo la investigación pura y aplicada en el más alto grado posible.

Bajo los auspicios del PRDCyT se celebraron:

a. La Reunión Técnica de Montevideo, del 15 al 19 de febrero de 1971, cuyo informe se publicó en el mismo año.

b. La II Conferencia Interamericana sobre la Enseñanza de la Biología (II CIEB)*, que tuvo lugar en Asunción, del 3 al 7 de julio de 1972, cuyas actas se publicaron en 1973 en un volumen. Más adelante se publicó un segundo volumen, titulado "Aportes a la Enseñanza de la Biología", que contiene varias de las memorias presentadas.

c. La colección de monografías científicas, obras breves agrupadas en cuatro series: matemática, física, química y biología. La presente monografía constituye la no. 4 de la serie de biología. Una lista completa de las monografías puede verse en la página 125.

DIEPE (ARGENTINA)

La Dirección Nacional de Investigación, Experimentación y Perfeccionamiento Educativo (Avenida Maderos 235, piso 7°, Buenos Aires), sustituye, a consecuencia de una reciente reestructuración, al INEC (Instituto Nacional para el Mejoramiento de la Enseñanza de las Ciencias), dependencia del Ministerio de Educación, que desde 1962 organiza cursos nacionales e internacionales y seminarios, y promueve la construcción de materiales didácticos de bajo costo destinados a alumnos de las escuelas primaria y secundaria. Bajo sus auspicios, se traducen y adaptan libros de textos y se elaboran guías de laboratorio y otros materiales de lectura destinados a la enseñanza de la biología.



PREMEN (BRASIL)

El "Projeto para Melhoria do Ensino de Ciências nas Escolas de 1° e 2° Graus" (Proyecto de Ciencias), empezó en 1972 como uno de los proyectos especiales del PREMEN (Programa de Expansão e Melhoria do Ensino) del Ministerio de Educação e Cultura de Brasil.

El Proyecto de Ciencias trabaja en la elaboración y experimentación de nuevos materiales didácticos y en la capacitación de recursos humanos para la enseñanza de ciencias.

Las instituciones que en este momento colaboran con el PREMEN en el área de biología son:

1. CECEB. Centro de Estudos sobre Currículos para o Ensino da Biologia, Instituto de Biociências, USP, C. P. 11461, São Paulo, SP.

2. CECIGUA. Centro de Treinamento para Professores de Ciências da Guanabara, Avenida 28 de Setembro 109, 20.000 Rio de Janeiro, RJ.

---

* La I CIEB, celebrada en Costa Rica en 1963, fue organizada por el Departamento de Asuntos Científicos, el cual tiene a su cargo la ejecución del PRDCyT, que se inició en 1968.

3. CECIMIG. Centro de Treinamento para Professores de Ciências de Minas Gerais. Faculdade de Educação da UFMG, Cidade Universitária, 30.000 Belo Horizonte, MG.

4. CECINE. Coordenadoria de Ensino de Ciências do Nordeste, Avenida Professor Artur de Sá 150, 50.000 Recife, Pe.

5. CECIRS. Centro de Treinamento de Professores de Ciências do Rio Grande do Sul. Colégio Júlio de Castilho. Praça Piratini, 90.000 Pôrto Alegre, RG.

6. CECISP. Centro de Treinamento para Professores de Ciências do São Paulo, C. P. 2089, 10.000 São Paulo, SP.

7. DNES/MS. Departamento Nacional de Educação para o Saúde, Ministerio de Saúde, 70.000 Brasilia, D. F.

8. CENAFOR. Centro Nacional de Aperfeiçoamento do Pessoal para a Formação Profissional, Rua Rodolfo Miranda 636, São Paulo, SP.

## EL IBECC Y LA FUNBEC

El Instituto Brasileño de Educación, Ciencia y Cultura (IBECC) de São Paulo, fue creado en 1950, y ha orientado su labor al mejoramiento de la enseñanza de las ciencias mediante la organización de cursos nacionales y latinoamericanos de perfeccionamiento de profesores y la producción de materiales de laboratorio y textos para la enseñanza primaria hasta la universitaria.



El IBECC y la FUNBEC (Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências), esta última de más reciente creación, han desarrollado diversas series de estuches de laboratorio o "kits" que estimulan al alumno a realizar experimentos en la escuela o fuera de ella. Entre estos kits se destacan los de la serie-Mirim y "Os Cientistas", serie más reciente.

Asimismo, desde 1963, el IBECC y la FUNBEC han preparado "loops" y películas sonoras educativas.

Un proyecto de gran envergadura que el IBECC y la FUNBEC han llevado a cabo desde el comienzo consiste en la traducción y adaptación de materiales de enseñanza producidos en el extranjero. En este momento, por ejemplo, se realiza la traducción y adaptación del Proyecto Nuffield de Inglaterra.

Otras actividades que han logrado gran éxito son el apoyo a la organización de clubs de ciencia, desde 1955; los congresos anuales de jóvenes científicos, y el concurso "Científicos de Mañana" que se promueve anualmente desde 1957.

## CENTRO DE PERFECCIONAMIENTO DOCENTE (CHILE)

Este Centro (Instituto Pedagógico, Universidad de Chile, Sede Oriente) realiza experimentación e investigación pedagógica en la enseñanza de las ciencias y, en particular, de la biología. En horas extraescolares se llevan a cabo "talleres docentes", donde los profesores de biología se dedican a estudios de autoperfeccionamiento.

CENTRO DE PERFECCIONAMIENTO, EXPERIMENTACIÓN E INVESTIGACIONES PEDAGÓGICAS (CPEIP) (CHILE)

El Departamento de Biología del CPEIP se dedica a la producción de textos guía y monografías sobre temas biológicos destinados al perfeccionamiento y capacitación de profesores de enseñanza media.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y UNIVERSIDADES ESTATALES (COLOMBIA)

Institutos dependientes del Ministerio de Educación y universidades estatales tienen a su cargo el perfeccionamiento docente en el campo de la biología. Entre estas últimas se destaca el Departamento de Biología de la Universidad de Colombia.

DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (COLOMBIA)

Este Departamento (Apartado Aéreo 1226-Postal 229, Medellín), promueve cursos para profesores de biología y produce materiales de enseñanza. Publica una revista trimestral *Actualidades Biológicas*, dedicada a la difusión de conocimientos y técnicas de enseñanza.

CNEB (MÉXICO)

México, con la creación de su Consejo Nacional para la Enseñanza de la Biología (Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, 14-740, México, D. F.), muestra el interés nacional por esta rama del conocimiento. Este Consejo viene realizando una obra de producción y difusión de textos para la enseñanza de las ciencias, y en especial, de la biología. Sobresale la traducción con adaptaciones de las versiones del BSCS y la serie de libros para la enseñanza de ciencias en la escuela primaria, adoptada oficialmente en todo el país, además de la revista para profesores *Biología*.



ICUN (PARAGUAY)

El Instituto de Ciencias de la Universidad Nacional de Asunción (San Lorenzo) realizada periódicamente cursos de actualización y perfeccionamiento en ciencias. Asimismo el Ministerio de Educación, con subsidios internacionales, ha creado un organismo "PROMED" (Proyecto de Mejoramiento para Docentes), como dependencia de la COMENC (Comisión para el Mejoramiento de la Enseñanza de las Ciencias), cuya función es organizar cursos destinados al perfeccionamiento de la enseñanza de las ciencias.

PRONOMEC (PERÚ)

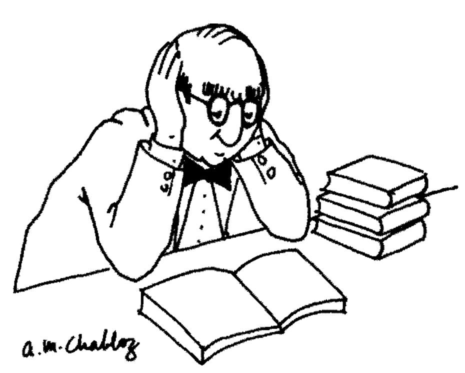
El Programa Nacional para el Mejoramiento de la Enseñanza de las Ciencias, establecido por el Ministerio de Educación con sede en Lima, tiene a su cargo un centro superior de perfeccionamiento docente encargado de la reforma educativa, que lleva a cabo encuestas, censos y cursos de perfeccionamiento del profesorado. Cabe mencionar que la Universidad Peruana "Cayetano Heredia" (Apartado 5045, Lima) ha participado activamente en la campaña internacional en pro del mejoramiento de la enseñanza de la biología.

IMPM (VENEZUELA)

El Instituto de Mejoramiento Profesional del Magisterio (División de Planeamiento, Ministerio de Educación) lleva a cabo traducciones y adaptaciones de textos y elabora material de laboratorio. Bajo sus auspicios se han celebrado diversos cursos nacionales.

Colabora en el proceso de la reforma, el Centro de Capacitación "El Mácaro" (Trumero, Edo. Aragua), que dedica sus esfuerzos a la redacción de textos para la educación en ciencias a nivel de la enseñanza primaria.

PUBLICACIONES




No se cita aquí una bibliografía extensa. Apenas se hace mención de algunas obras que contienen a su vez bibliografía abundante, la cual tiene una influencia marcada en la marcha de la campaña pro mejora de la enseñanza de la biología.

PUBLICACIONES DE LA OEA

Como órgano promotor de la campaña pro mejora de la enseñanza de las ciencias a nivel interamericano, el Departamento de Asuntos Científicos de la OEA ha distribuido actas, conclusiones y recomendaciones de las conferencias y reuniones de expertos que ha promovido. Además ha producido su utilísima colección de monografías científicas, que ha contribuído considerablemente a la actualización del magisterio en el campo de las ciencias y en la forma de enseñarlas.



1. Primera Conferencia Interamericana sobre la Enseñanza de la Biología (I CIEB), 1963. Actas de la Conferencia reunida en San José, Costa Rica, en julio de 1963, donde se establecen las bases de la política latinoamericana de mejoramiento de la enseñanza de la biología. Contiene cuatro discursos sobre las tendencias actuales de la enseñanza de la biología en Europa, Estados Unidos y América Latina; seis informes básicos sobre métodos, programas, preparación de profesores, textos, materiales de laboratorio y plan de acción; la lista de participantes y las recomendaciones. Una traducción al portugués de estas actas ha sido publicada en la *Revista de Pedagogia* 10 (18), San Pablo, Brasil (1964).

2. Informe de la Reunión Técnica de Montevideo. Estudio de los programas de enseñanza de biología en la escuela secundaria y normal y requerimientos esenciales del personal docente encargado de la instrucción (Montevideo, Uruguay, febrero de 1971) Washington, D. C., 1971.

3. Segunda Conferencia Interamericana sobre la Enseñanza de la Biología (II CIEB), 1973. Actas de la Conferencia celebrada en Asunción, Paraguay, en julio de 1972. Contiene las recomendaciones adoptadas en el curso de la reunión, los discursos pronunciados tanto en la sesión inaugural como en la de clausura, ocho memorias técnicas y la lista de participantes.

4. **Aportes a la Enseñanza de la Biología.** Trabajos presentados a la II CIEB (Asunción, 1972). Washington, D. C. 1974.

5. **Monografías Científicas.** Véase al final de esta obra la lista completa de las monografías ya publicadas y en preparación.

6. **La Enseñanza de la Biología en la Escuela Secundaria.** Número especial de la revista *La Educación* 7 (27-28), OEA (1962). Contiene once artículos y varias noticias y comentarios. Esta revista la publica el Departamento de Asuntos Educativos.

OBRAS DEL BSCS

Desde 1959, fecha de su creación, el "Biological Sciences Curriculum Study" produjo una gran cantidad de material de enseñanza, el cual está en uso en Estados Unidos y en otros países. Las características más típicas de este plan de reforma pueden resumirse como sigue:

*Instauración del rigor científico en los programas y textos.* Para lograrlo, el BSCS recurrió a investigadores y profesores universitarios, quienes colaboraron con profesores de enseñanza secundaria en la elaboración de los textos y en los cursos de capacitación del personal docente.

*Puesta al día de la enseñanza de la ciencia.* Los más recientes descubrimientos biológicos, en lo que tienen de sentido general y profundo, fueron incorporados al material de enseñanza. Es indispensable revisar periódicamente el material de enseñanza para que no quede a la zaga de la investigación.



*Presentación de la ciencia como un método de descubrir la verdad, y no sólo como un conjunto de hechos y principios.* Para eso: a) los alumnos razonan y ejecutan trabajos prácticos estructurados como si se tratase de una investigación real, y no como simple ejercicio de observación y técnica; b) los descubrimientos científicos se presentan en su contexto histórico, de modo que quede bien claro que los conceptos científicos se desechan y se alteran como resultado de nuevos experimentos y observaciones.

*Presentación de la biología de acuerdo con directrices unificadoras.* Los hechos y principios se exponen en los textos del BSCS de modo que se destaquen los temas unificadores. Estos temas son los citados en el capítulo 7, conceptos y hechos, excepto el número 10, el cual fue añadido por los participantes de la I CIEB.

*Exploración de los diferentes niveles de organización biológica.* Los principios de la biología deben nacer del estudio de todos los niveles de organización: molecular, celular, de tejidos y órganos, individual, poblacional, de la comunidad ecológica, del bioma. La enseñanza convencional exagera los estadios intermedios (celular, de tejidos y órganos e individual) y casi ignora los demás.

La originalidad del BSCS no ha sido la adopción de estas normas directrices, ya que varios educadores y biólogos habían señalado previamente su importancia y explorado algunas de ellas en sus libros didácticos. Lo que hace del BSCS un hecho pedagógico único es la amplitud de su frente de acción (abarca actualmente a todos los continentes), su

confianza en el método de cooperación (cerca de cien personas participaron en sus sesiones de redacción de textos), su copiosa producción de material didáctico excelente, probado una y otra vez en cientos de escuelas antes de publicarlo y, finalmente, la magnitud de la influencia, directa e indirecta, que ha tenido en el profesorado de secundaria.

El BSCS elaboró y publicó gran número de libros, folletos, películas y boletines educativos. La parte principal de su obra son las tres "versiones", o cursos completos alternativos, que difieren en énfasis y enfoque, si bien siguen todos los mismos principios ya comentados. Citaremos las publicaciones norteamericanas más importantes del BSCS a las cuales completan guías para el profesor.

High School Biology, BSCS. Green Version. Rand McNally, Chicago, Ill. El enfoque preponderante de esta versión es el ecológico, pero, como las demás, abarca toda la biología.

Biological Science: An Inquire into Life. Yellow Version. Harcourt, Brace & Jovanovich, Nueva York, N. Y. Su enfoque es celular.

Biological Science: Molecules to Man. Blue Version. Houghton Mifflin, Boston, Mass. Su énfasis es bioquímico.

Biological Science: Patterns and Processes. Holt, Rinehart & Winston, Nueva York, N. Y. Especial para estudiantes con dificultades en el aprendizaje, pone énfasis en los trabajos prácticos y en la relación con el profesor más que en la lectura de textos.



Biological Science: Interaction of Experiments and Ideas. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N. Y. Para alumnos que terminaron el curso básico.

Research Problems in Biology: Investigations for Students. Educational Programs Improvement, Boulder, Colo. Cuatro volúmenes que contienen información básica sobre problemas biológicos no resueltos y sugerencias para quienes quieran hacerlo.

Laboratory Blocks. Heath, Lexington, Mass. Trece volúmenes de investigaciones de índole experimental, cada una a ser desarrollada en seis semanas. Son: a) plant growth and development; b) animal growth and development; c) microbes: their growth, nutrition and interaction; d) physiological adaptation; e) animal behavior; f) the complementarity of structure and function; g) field ecology; h) genetic continuity; i) life in the soil; j) evolution; k) the molecular bases of metabolism; l) regulation in plants by hormones; m) radiation and its use in biology (este último lo produce Educational Programs Improvement, Boulder, Colo. ).

Pamphlet Series. Educational Programs Improvement, Boulder, Colo. Son 24 volúmenes breves utilizados como complemento para la enseñanza o para el estudio individualizado. Sus títulos son: a) animal language; b) bioelectricity; c) biogeography; d) biological clocks; e) biology of coral atolls; f) biology of termites; g) biomechanics of the body; h) blood cell physiology; i) cell division; j) cellulose in animal nutrition; k) courtship in animals; l) early evolution in life; m) ecology of the African elephant; n) growth and age; o) guideposts of animal navigation; p) hibernation; q) homeostatic regulation; r) metabolites of the sea; s) photoperiodism in animals; t) photosynthesis; u) plant systematics;

v) population genetics; x) present problems about the past; y) slime molds and research.

Patterns of Life Series. EducationalPrograms Improvement,Boulder, Colo. Trece libros que amplian la serie anterior y cuyo objetivo es el mismo. Sus títulos son: a) animals of the islands; b) antibiotics; c) biological effects of radiation; d) dynamic equilibrium; e) ecology of intertidal zones; f) energy transfer in ecological systems; g) the impact of fungi on man; h) ionizing radiations and life; i) plant pigments; j) a pleistocene ecosystem; k) population dynamics; l) singing insects; m) tortoise behavior and survival.

BSCS Topics in Biological Sciences. Bobbs-Merrill, Indianapolis, Ind. Tres volúmenes monográficos: a) symbiosis; b) hormones, a delicate balance; c) metabolism.

Science and Society Series. Bobbs-Merrill, Indianapolis, Ind. Siete libros que tratan temas de importancia general para la sociedad actual. Sus títulos son: a) birth control; b) human hereditary and birth defects; c) man and birds: evolution and behavior; d) science, the brain, and our future; e) sex and the single cell; f) cancer: the misguided cell; g) use and misuse of drugs subject to abuse.

BSCS Self-Instructional Programs. General Learning, Morristown, N.Y. Cinco volúmenes de instrucción programada sobre: a) population genetics; b) DNA, the hereditary code; c) energy relationships; d) human reproduction.



Biology Teacher's Handbook. Wiley, Nueva York, N.Y. Una fuente de estudio para el profesor de biología, que incluye 44 invitaciones al razonamiento, seis capítulos sobre cómo enseñar biología, fundamentos de otras ciencias y otros materiales.

Innovations in Equipment and Techniques for the Biology Teaching Laboratory. Heath, Lexington, Mass. Para el profesor.

Biological Education in American Secondary Schools 1890-1960. P. D. Hurd, American Institute of Biological Sciences, Washington, D. C. Una visión histórica del desarrollo de las ideas sobre la enseñanza.

BSCS Newsletter y BSCS International New Notes. Publicaciones periódicas del BSCS, P.O. Box 930, Boulder, Colo.

## EL MATERIAL LATINOAMERICANO DEL BSCS

Se han publicado ya en América Latina varios de los libros del BSCS, en español o portugués, adaptados a las condiciones de los países. Son ellos:

Genética de Poblaciones, BSCS. Adaptación de Luis Capurro, CPEIP, Santiago, Chile.

Versión Verde del BSCS; Adaptación para la Zona Tropical. Adaptación de Humberto Gómez Osorio y Roberto Galán. Editorial Norma, Cali, Colombia (1964).

Guía para el Profesor. Teacher's Guide del BSCS. Traducción de Humberto Gómez Osorio y Roberto Galán, Editorial Norma, Cali, Colombia (1967).

Manual para Profesores de Biología. Teacher's Handbook del BSCS. Traducción de Humberto Gómez Osorio y Roberto Galán, Editorial Norma, Cali, Colombia (1967).

Biología: El Hombre y su Ambiente. Adaptación de Gabriel Roldán y Fabio Heredia, Editorial Norma, Cali, Colombia (1969).

Manual para el Profesor de Biología. Adaptación de Gabriel Roldán, Editorial Norma, Cali, Colombia (1973).

Versión Verde del BSCS, Adaptación para la Zona Templada. Adaptación de Eduardo del Ponte y Elena Martínez Fontes. Edición Experimental, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Buenos Aires, Argentina (1965).

Investigaciones de Laboratorio y de Campo. Versión Amarilla. Traducción y adaptación de J. M. Gutiérrez-Vázquez, R. Villalobo y A. Gómez Pompa. (Traducción de la segunda edición inglesa de 1968.) Editorial Continental, México, D. F. (1970).

Ciencias Biológicas: De las Moléculas al Hombre. Versión Azul. Educational Program Improvement Corporation, Venezuela, Editorial Continental, México, D. F.



Ecología. Versión Verde. Adaptación de O. Frota-Pessoa y Myriam Krasilchik, Universidade de São Paulo e IBECC, São Paulo, Brasil (1963).

Das Moléculas oa Homem. Versión Azul del BSCS. Adaptación de M. Krasilchik, Nicia Wendel Magalhães y Norma Maria Cleffi, Universidade de Brasilia e IBECC, São Paulo, Brasil (1966).

Guia do Professor de Biologia. Versión Azul del BSCS. Adaptación de Myriam Krasilchik, Norma Maria Cleffi y Pedro Bento Neto, FUNBEC y CECISP, São Paulo, Brasil (1967).

Crecimento e Desenvolvimento das Plantas de Laboratório. A. E. Lee. Adaptación de Norma Maria Cleffi, Sergio Pérez y Pedro Bento Neto, EDART, São Paulo, Brasil, (1967).

Microorganismos: Crecimiento, Nutrición e Interacción. Manual de Laboratorio. A. S. Sussman, EDART, São Paulo.

PUBLICACIONES DE LA FUNBEC

La editorial EDART, São Paulo, tiene a su cargo la edición de las obras que produce la Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências (Caixa Postal 2089, São Paulo, Brasil). Entre ellas, además de las traducciones y adaptaciones, como las de las obras del BSCS y de la Fundación Nuffield ya citadas, las siguientes pertenecen al área biológica:

Algas de Águas Continentais Brasileiras. C. E. M. Bicudo y R. M. T. Bicudo.

Animais de Nossas Praias. C. Nobre Rosa.
Entomologia para Você. M. Carrera.
Hereditariedade Humana. P. H. Saldanha.
Exercícios de Citologia. I. Raw, M. Krasilchik y N. M. Cleffi.
Um pouco sobre a Célula. R. Basile.
Aspectos Modernos da Genética Médica. P. H. Saldanha.
Citogenética Humana. B. Beiguelman.
Dinâmica dos genes nas populações e nas famílias. B. Beiguelman.
Fisiologia da Circulação. M. Rocha e Silva.
O Método dos Gêmeos. P. H. Saldanha.
Série Vertebrados: a) o sapo; b) a cobra.
Série Invertebrados: a) a minhoca; b) a abelha; c) as aranhas; d) a barata; d) o escorpião; f) o siri; g) os protozoários.

## OTRAS PUBLICACIONES

Muchas publicaciones didácticas en el campo de la biología han aparecido en los diferentes países de América Latina. Citaremos, como ejemplo, apenas algunas entre muchas de valor, a la vez que unas pocas editadas en los Estados Unidos.

Reproducción y Desarrollo. Hector Croxatto R. y colaboradores, CPEIP, Santiago, Chile.



Genética, Primer volumen. Sylvia Alvarez y colaboradores, CPEIP, Santiago, Chile.

Genética, Segundo volumen. Jorge Allende y colaboradores, CPEIP, Santiago, Chile.

Ecología. Hugo Campos y colaboradores, CPEIP, Santiago, Chile.

Técnicas Básicas de Microbiología. Alicia González Barra, CPEIP, Santiago, Chile.

Discusiones en Torno a Tópicos y Procesos Biológicos. Sergio Núñez, CPEIP, Santiago, Chile.

Biologia Aplicada à Educação. O. Frota-Pessoa, L. R. Aratangy y S. A. Toledo Filho, Cia. Editora Nacional, São Paulo, Brasil (1973). Organizada bajo la forma de proyectos.

Programa de Saúde. O. Frota-Pessoa, L. R. Aratangy y S. A. Toledo Filho, Cia. Editora Nacional, São Paulo, Brasil (1975). Organizado bajo la forma de proyectos.

Genética Humana. O. Frota-Pessoa, P. A. Otto y P. G. Otto, Livraria Francisco Alves Editora, Río de Janeiro, Brasil (1975).

Science for Tropical Secondary Schools. H. J. Savory (editor). 11 vols., Nelson & Sons, Londres, Inglaterra (1966). Incluye: *Biology Laboratory Management*, *Junior Biology* y *Senior Biology*.

A Sourcebook for the Biological Sciences. E. Morholt, P. E. Brandewein y A. Joseph, Harcourt, Brace & World, Nueva York, N. Y. (1958). Un manual de prácticas muy completo.

**Interaction of Man and the Biosphere.** Abraham, Beidleman, Moore, Moores y Utley, Rand McNally, Chicago, Ill. Texto para la primera parte de la educación secundaria.

**Elements of Biology.** P. B. Weisz, McGraw-Hill, Nueva York, N. Y. Texto para los primeros años de la universidad.

**Investigating your Health.** B. F. Miller, E. B. Rosenberg y B. L. Stackowki, Houghton Mifflin Company, Boston, Mass. Texto para la educación secundaria, incluye prácticas de laboratorio.

Biology Today. J. H. Painter Jr., CRM Booles, Del Mar, Calif. Texto excelente para los primeros años universitarios.

## COLECCIÓN DE MONOGRAFÍAS CIENTÍFICAS

Publicadas

**Serie de matemática**

N° 1. La Revolución en las Matemáticas Escolares, por el Consejo Nacional de Maestros de Matemáticas de los Estados Unidos de América.
N° 2. Espacios Vectoriales y Geometría Analítica, por Luis A. Santaló.
N° 3. Estructuras Algebraicas I, por Enzo R. Gentile.
N° 4. Historia de las Ideas Modernas en la Matemática, por José Babini.
N° 5. Álgebra Lineal, por Orlando E. Villamayor.
N° 6. Álgebra Linear e Geometria Euclidiana, por Alexandre Augusto Martins Rodrigues.
N° 7. El Concepto de Número, por César A. Trejo.
N° 8. Funciones de Variable Compleja, por José I. Nieto.
N° 9. Introducción a la Topología General, por Juan Horváth.
N° 10. Funções Reais, por Djairo G. de Figueiredo.
N° 11. Probabilidad e Inferencia Estadística, por Luis A. Santaló.
N° 12. Estructuras Algebraicas II (Álgebra Lineal), por Enzo R. Gentile.
N° 13. La Revolución en las Matemáticas Escolares (Segunda Fase), por Howard F. Fehr, John Camp y Howard Kellogg.
N° 14. Estructuras Algebraicas III (Grupos Finitos), por Horacio H. O'Brien.
N° 15. Introducción a la Teoría de Grafos, por Fausto A. Toranzos.
N° 16. Estructuras Algebraicas IV (Álgebra Multilineal), por Artibano Micali y Orlando E. Villamayor.



**Serie de física**

N° 1. Concepto Moderno del Núcleo, por D. Allan Bromley.
N° 2. Panorama de la Astronomía Moderna, por Félix Cernuschi y Sayd Codina.
N° 3. La Estructura Electrónica de los Sólidos, por Leopoldo M. Falicov.
N° 4. Física de Partículas, por Igor Saavedra.
N° 5. Experimento, Razonamiento y Creación en Física, por Félix Cernuschi.
N° 6. Semiconductores, por George Bemski.
N° 7. Aceleradores de Partículas, por Fernando Alba Andrade.
N° 8. Física Cuántica, por Onofre Rojo y Harold V. McIntosh.
N° 9. La Radiación Cósmica, por Gastón R. Mejía y Carlos Aguirre.
N° 10. Astrofísica, por Carlos Jaschek y Mercedes C. de Jaschek.
N° 11. Ondas, por Oscar J. Bressan y Enrique Gaviola.
N° 12. El Láser, por Mario Garavaglia.

**Serie de química**

N° 1. Cinética Química Elemental, por Harold Behrens Le Bas.

N° 2. Bioenergética, por Isaias Raw y Walter Colli.
N° 3. Macromoléculas, por Alejandro Paladini y Moisés Burachick.
N° 4. Mecanismo de las Reacciones Orgánicas, por Jorge A. Brieux.
N° 5. Elementos Encadenados, por Jacobo Gómez-Lara.
N° 6. Enseñanza de la Química Experimental, por Francisco Giral.
N° 7. Fotoquímica de Gases, por Ralf-Dieter Penzhorn.
N° 8. Introducción a la Geoquímica, por Félix González-Bonorino.
N° 9. Resonancia Magnética Nuclear de Hidrógeno, por Pedro Joseph-Nathan.
N° 10. Cromatografía Líquida de Alta Presión, por Harold M. McNair y Benjamín Esquivel H.
N° 11. Actividad Óptica, Dispersión Rotatoria Óptica y Dicroísmo Circular en Química Orgánica, por Pierre Crabbé.
N° 12. Espectroscopia Infrarroja, por Jesús Morcillo Rubio.
N° 13. Polarografía, por Alejandro J. Arvía y Jorge A. Bolzan.
N° 14. Paramagnetismo Electrónico, por Juan A. McMillan.
N° 15. Introducción a la Estereoquímica, por Juan A. Garbarino.
N° 16. Cromatografía en Papel y en Capa Delgada, por Xorge A. Domínguez.
N° 17. Introducción a la Espectrometría de Masa de Sustancias Orgánicas, por Otto R. Gottlieb y Raimundo Braz Filho.

**Serie de biología**



N° 1. La Genética y la Revolución en las Ciencias Biológicas, por José Luis Reissig.
N° 2. Bases Ecológicas de la Explotación Agropecuaria en la América Latina, por Guillermo Mann F.
N° 3. La Taxonomía y la Revolución en las Ciencias Biológicas, por Elías R. de la Sota.
N° 4. Principios Básicos para la Enseñanza de la Biología, por Oswaldo Frota-Pessoa.
N° 5. A Vida da Célula, por Renato Basile.
N° 6. Microorganismos, por J. M. Gutiérrez-Vázquez.
N° 7. Principios Generales de Microbiología, por Norberto J. Palleroni.
N° 8. Los Virus, por Enriqueta Pizarro-Suárez y Gamba.
N° 9. Introducción a la Ecología del Bentos Marino, por Manuel Vegas Vélez.
N° 10. Biosíntesis de Proteínas y el Código Genético, por Jorge E. Allende.
N° 11. Fundamentos de Inmunología e Inmunoquímica, por Félix Córdoba Alva y Sergio Estrada-Parra.
N° 12. Bacteriófagos, por Romilio Espejo T.
N° 13. Biogeografía de América Latina, por Angel L. Cabrera y Abraham Willink.
N° 14. Relación Huésped-Parásito, Mecanismo de Patogenicidad de los Microorganismos, por Manuel Rodríguez Leiva.

En preparación

**Serie de matemática**

Estructuras Algebraicas V (Teoría de Cuerpos), por Darío J. Picco.

Estructuras Algebraicas VI (Estructura de Álgebras), por Artibano Micali.
Biomatemática, por Alejandro Engel.
Introducción al Análisis, por Manuel Balanzat.
Introducción a la Integral de Lebesgue en la Recta, por Juan Antonio Gatica.
Introdução à Análise Funcional: Espaços de Banach e Cálculo Diferencial, por Leopoldo Nachbin.
Introducción a los Espacios de Hilbert, por José I. Nieto.
Introducción a la Computación, por Jaime Michelow.
Teoría General de la Optimización, por Enrique Cansado.
Programación Lineal, por Fernando L. Garagorry.

**Serie de física**

Oceanografía Física, por Luis E. Herrera.
Teoría de Fluidos en Equilibrio, por Antonio E. Rodríguez y Roberto E. Caligaris.
Aplicação da Teoria de Grupos na Espectroscopia Raman e do Infra-Vermelho, por Jorge Humberto Nicola y Anildo Bristoti.
Teoría Estadística de la Materia, por Antonio E. Rodríguez y Roberto E. Caligaris.

**Serie de química**

Fotometría de Llama por Emisión, por Juan Ramírez Muñoz. 
Fotometría de Llama por Absorción Atómica, por Juan Ramírez Muñoz.
Momento Polar, por Pedro Lehman.
Fluorescencia Atómica, por Juan Ramírez Muñoz.
Termoquímica Moderna, por Jaime Cases.
Cromatografía de Gases, por Harold M. McNair.
Síntesis Orgánica, por Eduardo Sánchez.
Catálisis Homogénea, por Eduardo Humeres A.
Catálisis Heterogénea, por Sergio Droguett.

**Serie de biología**

Procesos Microbianos Aerobios de Importancia Industrial, por Carlos Casas-Campillo.
Ecología Fisiológica, por Ernesto Medina.
Etología: El Estudio del Comportamiento Animal, por Raúl Vaz-Ferreira.
Citogenética Básica y Biología de los Cromosomas, por F.A. Saez y H. Cardoso.
Citogenética Ultraestructural y la Biología Molecular de los Cromosomas, por R. Wettstein y J. Roberto Sotelo.
Análisis de Sistemas en Ecología, por Gilberto C. Gallopín.
Ecología de Poblaciones Animales, por Jorge E. Rabinovich.
Sistemas Ecológicos y el Hombre, por Ariel E. Lugo y Greg Morris.
Inventario de Vegetación de Biomas, por Jorge Morello.
Biología Celular de la Transformación Maligna, por Manuel Rieber.
Comportamiento y Aprendizaje, por Héctor Maldonado.

Principios Básicos de la Contracción Muscular, por Carlos Caputo.
Transporte a Través de la Membrana Celular, por Patricio J. Garrahan y Alcides Rega.
Genética de Poblaciones Humanas, por Francisco Rothhammer.
Duplicación Cromosómica y Heterocromatina a Nivel Molecular y Citológico, por Néstor O. Bianchi.



**Nota:** Las personas interesadas en adquirir estas obras deben dirigirse a la Unidad de Ventas y Promoción, Organización de los Estados Americanos, Washington, D.C., 20006 o a las Oficinas de la Secretaría General de la OEA en el país respectivo.

## ESTAOOS MIEMBROS

Argentina

Barbados

Bolivia

Brasil

Colombia

Costa Rica

Cuba

Chile

Ecuador

El Salvador

Estados Unidos de América

Grenada

Guatemala

Haití

Honduras

Jamaica

México

Nicaragua

Panamá

Paraguay

Perú

República Dominicana

Trinidad y Tobago

Uruguay

Venezuela

## ORGANIZACION DE LOS ESTADOS AMERICANOS

La Organización de los Estados Americanos (OEA) es el organismo internacional regional más antiguo. Tuvo su origen en la Unión Internacional de las Repúblicas Americanas creada el 14 de abril de 1890, en Washington, D.C. por la Primera Conferencia Internacional Americana. De ahí que todos los años se celebre el 14 de abril como "Día de las Américas". La Carta que la rige, suscrita en Bogotá en 1948, fue modificada mediante el Protocolo de Buenos Aires, que entró en vigor en febrero de 1970.

La OEA tiene los siguientes propósitos esenciales: afianzar la paz y la seguridad del Continente; prevenir posibles causas de dificultades y asegurar la solución pacífica de las controversias que surjan entre los Estados Miembros; organizar la acción solidaria de éstos en caso de agresión; procurar la solución de los problemas políticos, jurídicos y económicos que se susciten entre ellos, y promover, por medio de la acción cooperativa, su desarrollo económico, social, científico, educativo y cultural. También es objetivo del sistema interamericano acelerar el proceso de integración de los países en desarrollo del Continente.

Para el cumplimiento de sus fines la OEA cuenta con los siguientes órganos: (a) la Asamblea General; (b) la Reunión de Consulta de Ministros de Relaciones Exteriores; (c) los tres Consejos (Consejo Permanente, Consejo Interamericano Económico y Social y Consejo Interamericano para la Educación, la Ciencia y la Cultura); (d) el Comité Jurídico Interamericano; (e) la Comisión Interamericana de Derechos Humanos; (f) la Secretaría General; (g) las Conferencias Especializadas, y (h) los Organismos Especializados.

La Asamblea General se reúne ordinariamente una vez por año. La Reunión de Consulta actúa cuando es convocada para conocer de asuntos urgentes e importantes. El Consejo Permanente cuenta con un órgano subsidiario denominado Comisión Interamericana de Soluciones Pacíficas, y, en las circunstancias previstas por la Carta y por el Tratado Interamericano de Asistencia Recíproca, actúa provisionalmente como Organo de Consulta. Los otros dos Consejos se reúnen ordinariamente una vez por año; cada uno de ellos tiene una Comisión Ejecutiva Permanente. La Secretaría General mantiene Oficinas en los Estados Miembros, y una Oficina en Europa. El Consejo Permanente y la Secretaría General tienen su sede en Washington, D.C., lugar en que funcionan también las Comisiones Ejecutivas Permanentes de los otros dos Consejos.




574-S-7516

$1.25